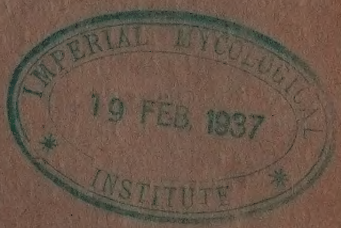
COMPTES RENDUS

(DOKLADY)

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

NOUVELLE SÉRIE

1936



VOLUME IV

№ 9

ÉDITION DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS
MOSCOU

AVIS AUX AUTEURS

Les «Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS» sont publiés en livraisons, neuf numéros formant un volume d'environ 500 pages pourvu de sa table des matières.

Les «Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS» publient des communications préalables des auteurs précisant le contenu essentiel des travaux plus volumineux en préparation, Ces articles, ne dépassant pas comme règle dix mille signes typographiques, sont donnés en l'une des trois langues: français, anglais, allemand. Ils embrassent les sciences mathématiques, physiques et naturelles et les aspects théoriques des applications techniques, reproduisant des résultats de recherches scientifiques actuellement en cours ou à peine achevées qui représentent les plus récentes acquisitions de l'investigation scientifique.

Les articles sont publiés dans la langue de l'original envoyé par l'auteur (français, anglais, allemand).

Les auteurs ont droit chacun à 25 extraits gratuits.

Les manuscrits doivent être adressés à la Rédaction de «Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS» —Moscou, oulitza Koujbysheva, 8.

COMPTES RENDUS

(DOKLADY)

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

NOUVELLE SÉRIE

4-me année

Paraissant tous les dix jours

COMITÉ DE RÉDACTION

A. Borissiak, de l'Académie, A. Fersman, de l'Académie, A. Richter, de l'Académie
S. Wawilow, de l'Académie

1936

VOLUME IV (XIII)—№ 9 (113)

Moscou

MATHÉMATIQUES

M. Krein. Sur les opérateurs différentiels oscillatoires 395

PHYSIQUE

P. Kalantarov. Le choix du système d'unités pour la mesure des grandeurs électromagnétiques et mécaniques 399

CHIMIE

M. Kondakova et **M. Kacnelson.** Sur l'acide 1-éthyl-2-méthyl-valérique. . 403
M. Kacnelson et **B. Dubinin.** Recherches dans la série des acides normaux à longue chaîne fermée par un cyclohexyle ou un cyclopentyle 405
M. Kacnelson et **M. Kabačnik.** Sur quelques dérivés de la lupinine 409
M. Kacnelson et **J. Goldfarb.** Synthèse de l'isologue furannique de la cocaïne (l'éther méthylique la ?—furoylecgonine) 413
M. P. Gerčuk et **M. M. Kacnelson.** L'obtention des anhydrides d'acides naphténiques 417
G. Čelincev et **E. Osetrova.** Condensations amidiques. Obtention de benzoylacétone par condensation du N,N-diphénylacétamide avec l'acétophénone 419

BIOLOGIE

Ch. S. Koštojanc and **T. I. Bekbulatov.** Comparative Study of the Importance of Respiratory Rhythm for the Condition of the Central Nervous System 423

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

A. A. Isakova. On the Problem of the Nature of the Action of Bacteriorhizal Microorganisms on Plants 429

ZOOLOGIE

T. I. Privolnev. Über den Atmungsrhythmus bei der Furchung von Flussprickeneiern (*Lampetra fluviatilis*) 433

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

G. A. Schmidt. Entwicklung der äusseren Kiemen aus dem Ektoderm der Anuren und dem Entomesoderm von Triton 437
G. A. Schmidt. Über die Unterschiede in den Induktionsfähigkeiten des Organisationszentrums der Urodelen und Anuren. 441

Imprimé par l'ordre de l'Académie des Sciences de l'URSS.
Secrétaire perpétuel membre de l'Académie **N. Gorbounov.**

Comité de Rédaction: **A. Borissiak,** de l'Académie, **A. Fersman,** de l'Académie, **A. Richter,** de l'Académie, **S. Wawilow** de l'Académie.
Rédacteur en chef A. Fersman.—Rédacteur S. Bernstein.

En composition 23/XI 1936.—En impression 26/XII. 1936. Nombre de feuilles d'imprimerie 3 1/2.—Nombre de caractères par feuille imprimée 65000.—Pages 393—444—Format du papier 72×110 cm. Tirage 1300. Moscou. Glavlit B 54219 Numéro d'édition 510.—Numéro typographique 1509

Imprimerie № 16, Moskou, Trekhproudnyj péréoulok, 9.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

MATHÉMATIQUES

SUR LES OPÉRATEURS DIFFÉRENTIELS OSCILLATOIRES

Par M. Krein

(Présenté par S. N. Bernstein, de l'Académie, le 2. XI. 1936)

Dans tout ce qui suit nous désignons par $L(y)$ l'opérateur différentiel possédant les deux propriétés suivantes:

1. L'opérateur est même-adjoint, c'est-à-dire

$$L(y) = \frac{d^n}{dx^n}\left(l_0 \frac{d^n y}{dx^n}\right) + \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}\left(l_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}}\right) + \ldots + l_n y \quad (a \leqslant x \leqslant b),$$

où $l_k(x)$ $(k = 0, 1, \ldots, n)$ possède $n - k$ dérivées continues dans l'intervalle fermé $< a, b >$.

2. L'opérateur est régulier, c'est-à-dire $l_0^2(x) > 0$ dans $< a, b >$.

Nous appelons un tel opérateur oscillatoire, si l'une au moins de ses fonctions de Green symétriques $K(x, s)$ satisfait à la condition

$$K\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \ldots & x_m \\ s_1 & s_2 & \ldots & s_m \end{pmatrix} \geqslant 0 \text{ pour } a < \begin{matrix} x_1 \leqslant x_2 \ldots \leqslant x_m \\ s_1 \leqslant s_2 \ldots \leqslant s_m \end{matrix} < b; \; ; \; m = 1, 2, 3, \ldots \quad \text{(A)}$$

En tenant compte de quelques recherches algébriques récentes de F. Gantmacher et de l'auteur, il est aisé de montrer que si une fonction de Green symétrique quelconque satisfait à la condition (A), elle est un noyau oscillatoire. Un noyau continu $K(x, s)$ $(a \leqslant x, s \leqslant b)$ est appelé oscillatoire s'il satisfait à la condition (A) ainsi qu'à la condition

$$K\begin{pmatrix} x_1 & x_2 \ldots & x_m \\ s_1 & s_2 \ldots & s_m \end{pmatrix} > 0 \text{ pour } a < x_1, s_1 < x_2, s_2 < \ldots < x_m, s_m < b; m = 1, 2, 3 \ldots \text{(B)}$$

Or, tout noyau oscillatoire est un noyau de Kellogg, mais pas inversement, et l'opérateur oscillatoire est ce que nous avons appelé précédemment opérateur $\mathfrak{R}$ (1).

Une fonction de Green symétrique quelconque satisfaisant à la condition (A) est par cela même un noyau oscillatoire, c'est-à-dire satisfait à la condition (B); ce fait est d'une grande importance dans la théorie mathématique des vibrations parce que $K(x, s)$ étant oscillatoire, quelle

que soit la fonction non décroissante, $\sigma(x) \equiv \text{const}$ l'équation intégrale chargée

$$\varphi(x) = \lambda \int_a^b K(x, s)\, \varphi(s)\, d\sigma(s). \qquad (1)$$

possède toutes les propriétés principales des équations intégrales ordinaires * au noyau de Kellogg (2). Rappelons quelques-unes de ces propriétés.

a) *Les valeurs caractéristiques de l'équation intégrale* (1) *sont simples et toutes positives.*

Désignons ces valeurs par $\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \ldots$ et les fonctions fondamentales correspondantes par $\varphi_0(x)$, $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$ ...

b) *Toute combinaison linéaire* $\sum_{i=0}^{m} c_i \varphi_i$ $(m = 0, 1, 2, \ldots)$ *s'annule m fois au plus, entre a et b; d'ailleurs, toute combinaison*

$$\sum_{k}^{m} c_i \varphi_i \quad (k \leqslant m; \quad k_1 m = 0, 1, 2, \ldots)$$

a entre a et b au moins k nœuds.

Donc la fonction fondamentale φ_m $(m = 0, 1, 2, \ldots)$ possède entre a et b exactement m zéros simples.

Il est à remarquer que $\sigma(x)$ étant non décroissante, il peut exister un nombre fini de valeurs caractéristiques; ceci a lieu dans le cas et dans ce cas seulement où $\sigma(x)$ est constante partout sauf en un nombre fini de points de croissance. En supposant (sans restreindre la généralité) que $\sigma(a+0) - \sigma(a) = 0$ ainsi que $\sigma(b) - \sigma(b-0) = 0$ lorsque $K(a, s) \equiv 0$ resp. $K(b, s) \equiv 0$, on voit que le nombre des points de croissance de $\sigma(x)$, qui est fini, coïncide avec celui des valeurs caractéristiques. Dans ce cas l'équation (1) se réduit au fond à un système d'équations algébriques qui a été récemment étudié par F. Gantmacher et l'auteur.

En partant de nos recherches précédentes sur opérateurs oscillatoires (opérateurs $\mathfrak{R}$) (1, 5) nous nous proposons de donner dans cette note une caractéristique complète de ces opérateurs. Elle est donnée par le

Théorème 1. *Pour que l'opérateur* $L(y)$ *soit oscillatoire, il faut et il suffit que* $(-1)^n l_0(x) > 0$ *et que le système différentiel*

$$L(y) = 0, \quad y|_{x=a} = y'|_{x=a} = \ldots = y^{(n-1)}|_{x=a} = 0 \qquad (2)$$

possède un système de h solutions $\omega_1(x)$, $\omega_2(x)$, $\ldots$, $\omega_n(x)$ *tel que*

$$W(\omega_1) > 0, \; W(\omega_1, \omega_2) > 0, \ldots, W(\omega_1, \ldots, \omega_n) > 0 \text{ (pour } a < x < b) **,$$

où la dernière inégalité subsiste pour $x = b$.

Indiquons les étapes principales de la démonstration.

L'opérateur $L(y)$ étant oscillatoire, d'après un théorème que nous avons établi [voir théorème 1 dans (1), ou bien théorème 10 dans (5)] il possède une fonction de Green oscillatoire $G(x, s)$ vérifiant les conditions aux limites:

$$y|_{x=a,\,b} = y'|_{x=a,\,b} = \ldots = y^{(n-1)}|_{x=a,\,b} = 0. \qquad (3)$$

---

* ou chargées mais avec une $\sigma(x)$ essentiellement croissante (3, 4).

** Nous désignons par $W(\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_k)$ $(k = 1, 2, \ldots, n)$ le Wronskien du système $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_k$.

En définissant alors les fonctions $\omega_k(x)$ $(k = 1, 2, \ldots, n)$ par les égalités

$$\omega_k(x) = \frac{\partial^{n+k-1}}{\partial s^{n+k-1}} G(x, s)\,|_{s=b} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n) \tag{4}$$

on peut montrer au moyen des inégalités (A) et (B) que le système ω_1, ω_2, $\ldots$, ω_n satisfait à toutes les conditions du théorème 1.

Inversement, si ω_1, ω_2, $\ldots$, ω_n est un système de solutions de (2) vérifiant toutes les conditions du théorème, posons

$$\rho_0(x) = \frac{1}{W_1},\quad \rho_k = \frac{W_k^2}{W_{k-1}W_{k+1}},$$

où

$$W_k = W(\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_k)\ (k = 1, 2, \ldots, n),\ W_0 = 1,\ W_{n+1} = \frac{1}{(l_0)}W_{n+1};$$

alors

$$L(y) = (-1)^n \rho_0 \frac{d}{dx}\rho_1\frac{d}{dx}\cdots\rho_n\frac{d}{dx}\rho_{n-1}\frac{d}{dx}\cdots\frac{d}{dx}\rho_0 y, \text{ où } \rho_k(x(>0 \text{ pour } a<x<b.$$

On en conclut [voir le théorème 12 dans (5)] que l'opérateur $L(y)$ est oscillatoire dans tout intervalle $< a_1, b_1 >$ intérieur à $< a, b >$, c'est-à-dire $L(y)$ considéré dans $< a_1, b_1 >$ y possède une fonction de Green oscillatoire $G_{[a_1, b_1]}(x, s)$ corresponnant aux conditions limites:

$$y\,|_{x=a,\,b} = y'\,|_{x=a,\,b} = \ldots = y^{(n-1)}|_{x=a,\,b} = 0.$$

D'autre part la condition $W(\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n)\,|_{x=b} \neq 0$ montre que les conditions aux limites (3) sont non singulières pour $L(y)$, c'est-à-dire $L(y)$ possède aussi une fonction de Green $G(x, s)$ vérifiant ces conditions. Puisque

$$G(x, s) = \lim_{\substack{a_1 \to a \\ b_1 \to b}} G_{[a_1, b_1]}(x, s) \qquad (a < x, s < b),$$

$G(x, s)$ est aussi un noyau oscillatoire et $L(y)$ est donc un opérateur oscillatoire.

Remarquons qu'en vertu des formules (4) on peut choisir pour $\omega_k(x)$ $(k = 1, 2, \ldots, n)$ une solution arbitraire du système différentiel

$$L(y) = 0,\ y\,|_{x=a} = y'\,|_{x=a} = \ldots = y^{(n-1)}\,|_{x=a} = 0,$$

$$y\,|_{x=b} = y'\,|_{x=b} = \ldots = y^{(n-k-1)}\,|_{x=b} = 0,\ (-1)^k y^{(n-k)}\,|_{x=b} > 0.$$

Théorème 2. *Soient pour chaque* λ $\omega_1(x; \lambda)$, $\omega_2(x; \lambda)$, $\ldots$ $\omega_n(x; \lambda)$ *n solutions linéairement indépendantes du système différentiel*

$$L(y) - \lambda\rho y = 0,\ y\,|_{x=a} = y'\,|_{x=a} = \ldots = y^{(n-1)}|_{x=a} = 0,$$

où $L(y)$ *est oscillatoire et* $\rho(x)$ $(a \leqslant x \leqslant b)$ *est une fonction continue non négative ne s'annulant dans aucun intervalle intérieur à l'intervalle* $< a, b >$.

Alors pour tout λ *fixe l'équation par rapport à* x

$$F_\lambda(x) = W(\omega_1(x; \lambda), \ldots, \omega_n(x; \lambda)) = 0$$

n'a dans l'intervalle $a < x \leqslant b$ *que des zéros simples. Ces zéros sont des fonctions croissantes de* λ. *Le nombre de ces zéros est égal à l'indice de la dernière des valeurs caractéristiques:* $\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \ldots$ *du système différentiel*

$$L(y) - \lambda \rho y = 0, \quad y|_{x=a,\,b} = y'|_{x=a,\,b} = \ldots = y^{(n-1)}|_{x=a,\,b} = 0 \qquad (5)$$

qui ne surpasse pas λ.

Faute de place nous omettons la démonstration de ce théorème.

Observons encore que le système différentiel (5) étant équivalent à l'équation intégrale (2), où $K(x, s) = G(x, s)$ est un noyau oscillatoire et $\sigma(x) = \int_a^x \rho(x)\,dx$, les fonctions fondamentales consécutives $y_m = \varphi_m(x)$ de ce système ont la propriété b).

Ce fait et le théorème 2 se réduisent dans le cas particulier de $n = 1$ aux célèbres théorèmes d'oscillation de Sturm dans la théorie des opérateurs de Sturm-Liouville. En vertu de ce fait et pour quelques autres raisons nous croyons qu'au point de vue des propriétés oscillatoires, la classe des opérateurs que nous avons découverte est la généralisation la plus naturelle de la classe des opérateurs de Sturm-Liouville.

Institut de Mathématiques et de Mécanique de l'Université de Kharkov.

Manuscrit reçu le 2. XI. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] M. Krein, C. R. Acad. Sci. URSS, II, 5—6, 345—349 (1935). [2] O. D. Kellog, Journ. of Math., **40**, 145—154 (1918). [3] M. Krein, Comm. de la Soc. Math. de Kharkov, sér. 4, **11**, 1—2 (1935). [4] F. Gantmacher, C. R. Acad. Sci. URSS, I (X), 1 (78) (1936). [5] M. Krein, Comm. de la Soc. Math. de Kharkof, sér 4, **13**, 15—28 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

PHYSIQUE

LE CHOIX DU SYSTÈME D'UNITÉS PQUR LA MESURE DES GRANDEURS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET MÉCANIQUES

Par P. KALANTAROV

(Présenté par V. Mitkeviĉ, de l'Académie, le 11. XI. 1936)

Pendant ces dernières années une attention toute particulière était prêtée par les sociétés scientifiques internationales à la question du choix de systèmes d'unités pour la mesure des grandeurs électromagnétiques et mécaniques. Une décision particulièrement importante a été prise en 1935 par la Commission Electrotechnique Internationale, qui a décrété l'acceptation du système Giorgi—*MKS*—ayant quatre unités fondamentales, tout en ajournant la question du choix de la quatrième unité. Il a été décidé de demander à ce sujet l'opinion du Comité International des Poids et Mesures et du Comité des Symboles, Unités et Nomenclature de l'Union Internationale de Physique pure et appliquée tout en précisant que le choix de la quatrième unité doit être fait entre les sept unités suivantes: coulomb, ampère, volt, ohm, farad, henry, weber.

Ainsi la question la plus actuelle dans le domaine étudié, est la question du choix de la quatrième unité comme complément du système mètre—kilogramme—seconde. Cependant les questions de «rationalisation» et du choix du système de grandeurs fondamentales sont de non moindre importance.

Le problème du choix du système d'unités est un des plus compliqués, puisque lors de sa solution nous ne pouvons nous borner à élaborer des systèmes rationnels au point de vue théorique, mais en premier lieu nous devons observer les intérêts de la technique. Tout particulièrement nous devons mettre à la base du système d'unités soit les unités déjà existantes, ayant pris fermement pied dans la pratique, soit leurs multiples décimaux.

C'est pourquoi nous devons rejeter toute tentative de construction d'un système d'unités «naturel», acceptant pour unités les constantes universelles (charge de l'électron, constante de Plank, perméabilité magnétique et constante diélectrique du vide), d'autant plus que les systèmes de ce genre aboutissent à des unités soit trop grandes, soit trop petites en comparaison de grandeurs se rencontrant en pratique. Ensuite un système d'unités correctement élaboré doit être cohérent, c'est à dire les unités dérivées doivent être déterminées de telle façon, que les relations fondamentales se réduisent à l'unité. Il faut noter à ce propos, que parfois se pose la question—

laquelle des relations, permettant de définir l'unité de mesure d'une certaine grandeur, doit être acceptée comme fondamentale. De la résolution de ce problème dépend l'apparition de «coefficients géométriques» dans telle ou autre relation. Comme exemple de coefficients géométriques on peut citer «½» dans l'expression de l'énergie du condensateur $W = \frac{1}{2} CU^2$; «4 π» dans l'expression de la grandeur du vecteur de Poynting $S \frac{HE}{4\pi}$ (sous sa forme non rationalisée) etc.

En ce qui concerne les unités particulières, il est à noter que l'unité de temps n'a jamais été mise en doute. Il a été universellement admis que l'unité de temps doit rester comme précédemment la seconde de temps solaire moyen. Il serait désirable ensuite de conserver les unités du système électromagnétique pratique dont les grandeurs sont, à l'exception du farad, suffisamment commodes et sont si profondément enraciné dans la vie pratique, que leur élimination susciterait de graves inconvénients.

Alors, si nous désignons l'unité de longueur par l_0, l'unité de masse par m_0 et admettons que $l_0 = 10^\alpha$ cm et $m_0 = 10^\beta$ g, tenant compte de la cohérence du système nous obtenons $2\alpha + \beta = 7$. Étant donné $\alpha = 2$ nous avons $\beta = 3$ et arrivons au système de Giorgi avec une unité de longueur égale à 10^2 cm = 1 m et une unité de masse égale à 10^3 g = 1 kg. Étant donné $\alpha = 0$ nous avons $\beta = 7$ et arrivons au système, proposé d'abord par Blondel et ensuite par Bennett et Dellinger, avec une unité de longueur égale à 1 cm et une unité de masse égale à 10^7 g = 10t. Des deux systèmes de Giorgi et de Blondel le premier est à préférer en raison de la grandeur plus favorable de l'unité de masse.

A part les systèmes précités it faut signaler le système mètre-tonne-seconde, assez commode pour les grandeurs mécaniques et dans lequel le poids spécifique de l'eau est égale à unité. Toutefois cet avantage n'est pas très important, cependant que telles ou autres unités électromagnétiques, selon le choix de la quatrième unité, arrivent à une grandeur défavorable au point de vue pratique. Il faut donc reconnaître la justesse du choix de la Commission Électrotechnique Internationale qui a adopté le système d'unités de Giorgi.

Ayant arrêté son choix sur tel ou autre système d'unités, il est indispensable de résoudre la question des étalons fondamentaux du système.

Le nombre des étalons fondamentaux doit être égal au nombre des grandeurs fondamentales. Ces étalons toutefois ne doivent pas être obligatoirement les étalons des unités adoptées pour la mesure des grandeurs fondamentales et leur choix doit dépendre de raisons métrologiques. Il est évident que le système Giorgi, ainsi que tout autre système servant à la mesure des phénomènes électromagnétiques, doit posséder quatre étalons fondamentaux. Puisque les qualités métrologiques des étalons universellement admis—seconde, mètre et kilogramme—n'ont pas été mises en doute, il n'y a aucune raison d'y renoncer. Il ne faut donc que résoudre le problème du choix du quatrième étalon. Ce dernier devant être l'étalon d'une des grandeurs électromagnétiques, la Commission Électrotechnique Internationale a recommendé de le choisir entre les sept unités dont il a été question plus haut.

Il me semble, toutefois, qu'il y a lieu de contester cette recommendation. Il faut noter en premier lieu que le système Giorgi est de par sa nature même un système foncièrement «électromagnétique», c'est-à-dire un système à la base duquel est mise une acception définie de la perméabilité magnétique du vide; par conséquent cette dernière doit être admise en qualité d'étalon fondamental dans le système Giorgi.

En second lieu, la Commission Électrotechnique Internationale a reconnu urgent de passer des unités internationales aux unités absolues, par celà même

confirmant indirectement que la perméabilité magnétique du vide était un des étalons fondamentaux.

En troisième lieu, en admettant en qualité d'étalon fondamental une des sept unités susindiquées, nous serons forcés d'apporter ensuite une correction, corrigeant soit la grandeur de la perméabilité magnétique du vide, soit l'étalon fondamental, ce qui n'est pas rationnel. Il me semble donc que le plus juste serait d'adopter en qualité de quatrième étalon fondamental du système Giorgi la perméabilité magnétique du vide, en l'admettant égale à $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$ (ou $10^{-7} \frac{H}{m}$, si nous renonçons à rationaliser le système Giorgi).

Pour conclure il faut dire quelques mots sur la question de la «rationalisation», laquelle est intimement liée avec la détermination d'unités dérivées. Comme il a été indiqué plus haut, certaines difficultés peuvent s'élever lors du choix de la relation servant à définir l'unité dérivée. Ainsi, en déterminant l'unité de force magnétomotrice (F) on peut prendre pour point de départ des équations:

ou $$F = \oint Hdl = 4\pi I \text{ (forme non rationalisée)}$$

$$F = \oint Hdl = I \text{ (forme rationalisée)}$$

De longues controverses à ce sujet n'ont abouti jusqu'à présent à aucun résultat pratique.

Il me semble que la solution la plus simple et la plus élégante serait celle présentée par E. Bodéa (1). Cette solution se résume par la règle suivante: les unités de grandeurs dérivées se déterminent directement d'après les formules dimensionnelles par la substitution aux symboles des grandeurs fondamentales des unités de mesure de ces dernières. Ainsi, par exemple, si dans le système, que je propose (2) ($LT\Phi Q$—longueur, temps, flux magnétique, quantité d'électricité, nous avons pour la force magnétique une formule dimen-

Tableau 1

Perméabilité magnétique	$\mu = \frac{B}{H}$
Constante diélectrique	$\varepsilon = \frac{D}{E}$
Première équation de Maxwell	$\oint Hdl = \frac{d}{dt} \int_s \Sigma Eds + \int_s \gamma Eds$
Deuxième équation de Maxwell	$\oint Edl = -\frac{d}{dt} \int_s \mu Hds$
Loi du circuit magnétique	$\varphi = \int Hdl : \int \frac{dl}{\mu s}$
Loi du circuit électrique (loi d'Ohm)	$I = \int Edl : \int \frac{dl}{\gamma s}$
Loi du circuit diélectrique	$q = \int Edl : \int \frac{dl}{\Sigma s}$
Densité de l'énergie dans le champ magnétique	$\frac{1}{2} BH$
Densité de l'énergie dans le champ électrique	$\frac{1}{2} DE$
Grandeur du vecteur de Poynting	$S = HE$
Vitesse des ondes électromagnétiques	$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\Sigma}}$

sionnelle $QT^{-1}L^{-1}$, dans le système Giorgi pour l'unité de force magnétique nous aurons:

$$\text{unité de force magnétique} = \frac{\text{coulomb}}{\text{mètre} \times \text{seconde}} = \frac{\text{ampère}}{\text{mètre}} = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{ oe.}$$

Cette règle non seulement apporte l'uniformité dans la solution du problème d'unités dérivées, mais tranche fort simplement la question de la place naturelle des coefficients géométriques et aboutit à une entière symmétrie des relations fondamentales (tabl. 1), c'est-à-dire conduit à la «rationalisation», tout particulièrement si nous acceptons pour base le système $LT\Phi Q$.

En acceptant en qualité de système de grandeurs fondamentales le système $LT\Phi Q$ et applicant la règle de Bodéa au système d'unités de Giorgi, nous obtenons le système dit «système rationalisé Giorgi».

Le tableau 2, où la valeur numérique de la vitesse de la lumière dans le vide, exprimée en cm/sec., est désignée par $c = 2{,}998 \cdot 10^{10}$, montre les relations entre les unités du système rationalisé Giorgi et les unités des systèmes électromagnétique (*CGSM*) et électrostatique (*CGSE*) absolus.

Tableau 2

Quantité	Symbole	*CGSE*	Giorgi (rationalisé)	*CGSM*
Flux magnétique	φ	$c^{-1} \cdot 10^8$	= weber =	10^8 maxwell
Induction magnétique	B	$c^{-1} \cdot 10^4$	= weber $\cdot m^{-2}$ =	10^4 hauss
Force électromotrice	e	$c^{-1} \cdot 10^8$	= volt =	10^8
Force électrique	E	$c^{-1} \cdot 10^6$	= volt $\cdot m^{-2}$ =	10^6
Quantité d'électricité	q	$c \cdot 10^{-1}$	= coulomb =	10^{-1}
Déplacement électrique	D	$c \cdot 10^{-5}$	= coulomb $\cdot m^{-2}$ =	10^{-5}
Force magnétomotrice	F	$4\pi c \cdot 10^{-1}$		$4\pi \cdot 10^{-1}$ gilbert
Intensité du courant	I	$c \cdot 10^{-1}$	= ampère =	10^{-1}
Force magnétique	H	$4\pi c \cdot 10^{-3}$	= ampère $\cdot m^{-1}$ =	$4\pi \cdot 10^{-2}$ oersted
Résistance électrique	R	$c^{-2} \cdot 10^9$	= ohm =	10^9
Coefficient d'induction	L	$c^{-2} \cdot 10^9$	= henry =	10^9
Perméabilité magnétique	μ	$\frac{1}{4\pi} c^{-2} \cdot 10^7$	= henry $\cdot m^{-1}$ =	$\frac{1}{4\pi} \cdot 10^7$
Conductance électrique	G	$c^2 \cdot 10^{-9}$	= siemens =	10^{-9}
Càpacité électrique	C	$c^2 \cdot 10^{-9}$	= farad =	10^{-9}
Constante diélectrique	ε	$4\pi c^2 \cdot 10^{-11}$	= farad $\cdot m^{-1}$ =	$4\pi \cdot 10^{-11}$

Il est a noter que dans le système rationalisé Giorgi la perméabilité magnétique du vide (μ_0), non plus que sa constante diélectrique (ε_0) ne son égales à l'unité. Pour ces valeurs nous avons les équations suivantes:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m} \cong 1.257 \cdot 10^{-6} \frac{H}{m},$$

$$\varepsilon_0 = \frac{10^{11}}{4\pi c^2} \frac{F}{m} \cong 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}.$$

Institut Industriel
de Léningrad.

Manuscrit reçu
le 11. XI. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] E. Bodéa, Bulletin I. R. E., Bucarest (1935). [2] P. Kalantarov, C. R. Acad. Sci. URSS, IV, 8 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

CHIMIE

SUR L'ACIDE 1-ETHYL-2-METHYL-VALÉRIQUE

Par M. KONDAKOVA et M. KACNELSON

(Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 21. IV. 1936)

Dans l'article précédent nous avons décrit l'amide de l'acide 1-éthyl-2-méthyl-valérique (1). Suivant les recherches effectuées à la Section de Pharmacologie expérimentale (prof. Kuznecov) de la Division de Pharmacologie (chef le prof. Savič) de l'Institut de Médecine Expérimentale de l'URSS, cet amide est doué, eu même temps que d'un degré de toxicité infime, d'un bon effet sédatif et narcotique*.

Pour obtenir de l'amide en plus grande quantité il nous a fallu synthétiser au préalable une certaine quantité de notre acide. Nous avons seulement tenté pour cette fois d'obtenir dans une autre voie l'éther éthyl-butyl-malonique-secondaire. En partant du fait que l'halogène à liaison primaire entre en réaction plus facilement que celui à liaison secondaire (2), il était loisible de supposer que l'éther-2-butyl-malonique réagirait plus facilement avec l'éthyle ioduré que l'éther éthylmalonique avec le butyl-bromuré-secondaire.

Toutefois, ce procédé d'obtention de l'éther éthyl-butyl-malonique-secondaire, loin de fournir de meilleurs rendements, a même donné des rendements moindres que celui décrit dans notre précédent article. Dans la littérature de brevets allemande un fait de même genre est signalé: un halogène de liaison secondaire a réagi, à l'encontre de la règle de Tronov, plus facilement que celui de liaison primaire. Ainsi, bon qu'on a attendu l'éther isopropylmalonique réagir plus facilement et mieux avec le butylbromure normal que l'ether *n*-butylmalonique avec l'isopropylbromure, on a établi le contraire dans le cas donné.

Vu que l'acide 1-éthyl-2-méthyl-valérique susindiqué renferme deux atomes de carbone asymétriques et qu'à la séparation de CO_2 de l'acide éthylbutylmalonique il y avait lieu de s'attendre à la formation de deux stéréo-isomères optiquement inactifs de l'acide éthylméthylvalérique, nous avons tenté une fois de plus de découvrir, en obtenant l'amide de l'acide en quantités plus grandes, la présence à sa cristallisation de deux substances différentes; nous n'y avons pas réussi cependant, et il paraît que dans nos conditions d'expérience rien qu'un seul des deux stéréo-isomères a été formé.

L'obtention du sel cadmique de l'acide 1-éthyl-2-méthyl-valérique avait pour but principal la détermination de sa solubilité. Les résultats de l'examen de la solubilité des sels cadmiques de certains acides, tant gras que cycliques (3), obtenus par l'un de nous mettent en évidence une grande différence entre la très faible solubilité dans l'eau des acides primaires, tant gras que cycliques,

* Nous avons obtenu pour l'amide de l'acide 1-éthyl-2-méthyl-valérique un certificat de priorité du Comité de Protection des Inventions (M. Kacnelson et M. Kondakova, certificat de priorité № 40350). Après l'obtention de ce certificat nous avons eu connaissance d'un brevet américain pour un procédé d'obtention d'un amide analogue d'acides acétiques disubstitués. Les amides de ces acides contenant des groupes butyliques, présentent suivant la déclaration des auteurs, les mêmes proprietés sédatives et narcotiques jointes à une faible toxicité (Am. Pat. № 1969828 en date du 14. VIII. 1934; C. I. 1273, 1935).

et la bien meilleure solubilité de leurs sels avec des radicaux secondaire et tertiaires. Dans le cas donné, le sel cadmique de l'acide 1-éthyl 2-méthyl-valérique avec un radical secondaire s'est trouvé être mieux soluble à le comparer aux sels cadmiques des acides primaires. L'étude de la solubilité des sels cadmiques est d'une grande portée pour la méthode élaborée de précipitation fractionnée des sels cadmiques, grâce à laquelle on réussit à bien séparer les acides primaires du naphte d'avec les acides secondaires et tertiaires.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Éther butyl-malonique secondaire

Au derivé sodé d'éther malonique obtenu de 58.4 g d'éther malonique de 100 g d'alcool absolu et de 8.4 g de sodium on ajoutait 50 g de butyle bromuré secondaire. Le mélange était chauffé 8 heures au bain-marie. Après distillation de l'alcool le résidu était traité de la manière habituelle. À la distillation différentielle au déphlegmateur les fractions suivantes ont été obtenues:

Bouillant à 200—220° . . . . . 1.8 g.
» » 220—231° . . . . . 59 »

Éther éthyl-butyl-malonique-secondaire

Au derivé sodé de l'éther butylmalonique secondaire obtenu de 25 g d'éther butylmalonique secondaire, de 35 g d'alcool absolu, de 2.7 g de sodium, on ajoutait 20 g d'iodure d'éthyle. Le mélange était chauffé pendat 8 heures au bain-marie bouillant. Après enlèvement par distillation de l'alcool le résidu était traité de la façon habituelle.

Fractions obtenues:
Bouillant à 225—236° . . . . . 14.2 g.
» » 236—240° . . . . . 5.8 »

Récristallisation fractionnée de l'amide de l'acide 1-éthyl-2-méthyl-valérique.

L'amide était soumis à une récristallisation fractionnée du benzène. On y obtenait les fractions d'amides que voici:

I fraction t° de fusion 115°
II » t° » » 113—114°
III » t° » » 110—111°

La II et la III fractions d'amides étaient à nouveau récristallisées du benzène, la II fraction atteignant une t° de fusion de 115° et la III, de 112—113°.

La détermination des températures de fusion d'échantillons mixtes des dites fractions d'amides donne pour I et II 115°; pour II et III, 112—114°.

Détermination de la solubilité du sel cadmique de l'acide éthyl-méthyl-valérique.

Le sel cadmique de l'acide obtenu par l'effet de l'action du carbonate de cadmium sur l'acide méthyléthylvalérique a donné à la détermination:

1.1769 g de solution aqueuse ont fourni 0.0270 g de résidu sec.
1.4178 » » » » » » 0.0324 » » » »

La teneur en sels cadmiques de 100 parts de solution aqueuse est respectivement de 2.29 et de 2.28.

Institut d'étude et de syntèse
de matières végétales et animales.
Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. IV. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] M. Kacnelson et M. Kondakova, C. R. Acad. Sci. URSS, II, № 1 (1934). [2] Б. Тронов, ЖРФХО, 58, 1278—1301 (1916); C. II, 1146, 1927. [3] А. Е. Чичибабин, Ф. В. Чириков, М. М. Кацнельсон, С. И. Корягин, и Г. В. Челинцев, ИМЕН, 215 (1932).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

CHIMIE

RECHERCHES DANS LA SÉRIE DES ACIDES NORMAUX À LONGUE CHAÎNE FERMÉE PAR UN CYCLOHEXYLE OU UN CYCLOPENTYLE

Par M. KACNELSON et B. DUBININ

(Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 21. IV. 1936)

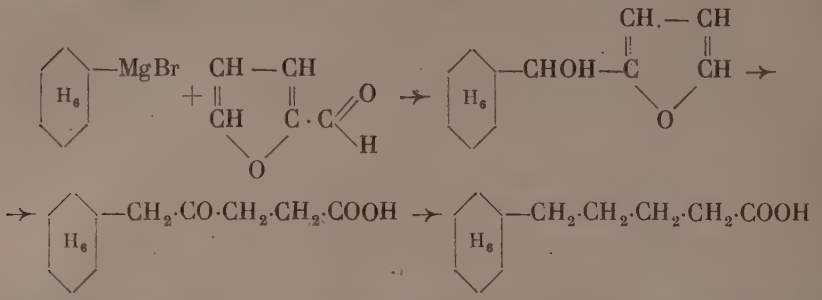
I. L'ACIDE CYCLOHEXYLVALÉRIQUE ET SES DÉRIVÉS

Les recherches portant sur les acides normaux à longue chaîne fermée par un cyclohexyle ou un cyclopentyle poursuivent un double but: d'une part, l'étude de l'action bactéricide de ces acides peut verser quelque lumière sur la question des rapports de leur structure chimique avec leur effect thérapeutique et éclaircir la question de la liaison existant entre la structure chimique des acides de chaulmougra et leurs vertus thérapeutiques. Il reste incertain à ce jour quel est le factuer décisif dans l'action thérapeutique de l'acide de chaulmougra: si c'est le noyau pentagonal ou la double liaison qui y figure, l'activité optique, la longueur de la chaîne latérale ou bein la distance séparant le groupe carbocyclique du noyau etc. Il y a déjà diverses vues exprimées sur ce sujet dans la littérature, par Schörl, Adams et d'autres auteurs, mais, seul un examen cilnique des acides synthétiques pourra nous mettre à même d'en vérifier le bien-fondé. La liaison existant entre la structure chimique des acides de choulmugra et leur action médicinale est à ce jour peu élucidée (1).

D'autre part, l'obtention synthétique des acides mentionnés se rattache à une série de travaux poursuivis depuis longtemps déjà par notre laboratiore dans le domaine de l'étude des acides naphténiques naturelles. L'étude de la structure des acides extraits du naphte se base, en premier lieu, sur leur comparaison avec des acides préparés synthétiquement au moyen de réactions ne laissant pas de doute quant à leur structure.

Pour l'obtention d'acides à longue chaîne fermée par un cyclohexyle ou un cyclopentyle, il existe de nombreux procédés que nous n'allons pas énumérer ici. Ils sont envisagés d'une façon détaillée dans le travail de F. Arndt et H. Eistert (2) et il faut y joindre leur propre procédé extrêmement élégant et simple d'obtenir ces acides par voie de transition des acides carboniques, qu'ils font passer en leurs homologues supérieurs. Mais à toutes ces méthodes il vient de s'en ajouter une nouvelle, non signalée dans l'article précité, celle de A. E. Čičibabin [Tchitchibabine (3)]. Cette méthode conduit à la synthèse d'acides avec une chaîne latérale de 5 atomes de carbone. On a obtenu dans

cette voie l'acide cyclohexylvalérique, dont les dérivés, toutefois, n'ont pas été étudiés. La marche des réactions dans ce procédé se présente sous la forme suivante:



Le cyclohexylfurycarbinol en solution alcoolique avec HCl comme catalyseur se transforme en éther cyclohexyllévulique et par réduction de ce dernier suivant Clemensen s'obtient l'acide cyclohexylvalérique. Pour obtenir l'acide normal à chaîne de 10 atomes de carbone fermée par un cyclohexyle nous avons voulu faire usage de ce procédé. Nous comptions en partant du bromure de cyclohexylamyle bromuré (préparé de l'alcool cyclohexylamylyque par réduction selon Bouveau d'éther cyclohexylvalérique) obtenir un composé organomagnésique et en le faisant agir sur le furfurol avoir un furylcarbinol correspondant, d'où devait résulter un éther cétonique correspondant et plus loin, par réduction, d'après Clemensen, des acides cycliques correspondants à chaîne latérale de dix atomes de carbone. Nous eussions de la sorte obtenu l'acide en question d'une façon plus simple que, par exemple, Roger Adams (4). Cependant, en faisant agir le furfurol sur le composé organomagnésique du bromure de cyclohexylamine, nous n'avons pas réussi à obtenir le furylcarbinol correspondant et il se formait presque exclusivement du 1, 10-dicyclohexyldécane $C_6H_{11}(CH_2)_{10}—C_6H_{11}$.

Ainsi donc, cette méthode est fort commode à utiliser pour avoir des acides à chaîne latérale de 5 atomes de carbone; mais dans la suite, pour obtenir des acides avec une chaîne latérale de 10 atomes de carbone, il faut avoir recours à d'autres procédés. En fait de dérivés de l'acide cyclohexylvalérique nous avons obtenu l'éther éthylique, l'anhydride chlorique et l'amide. De plus, nous avons déterminé la solubilité à la température de chambre du sel cadmique de cet acide (1.5%). L'étude de la solubilité, des sels cadmiques est d'une importance considérable pour la méthode, élaborée dans notre laboratoire, de combinaison fractionnée des sels cadmiques, permettant d'effectuer une bonne séparation des acides primaires du naphte d'avec les acides secondaires et tertiaires (5). L'examen de la solubilité des sels cadmiques de certains acides gras et cycliques a mis en évidence une grande différence de solubilité entre les sels primaires très mal solubles dans l'eau, pour les acides gras aussi bien que pour les acides cycliques, et les sels bein mieux solubles des acides à radicaux secondaires et tertiaires. La solubilité des sels cadmiques des acides primaires de la série cyclohexanique à 2 atomes de carbone, notamment de l'acide cyclohexylacétique, est de 0.28.

Il se trouve donc que la solubilité du sel cadmique de l'acide cyclohexylvalérique est bien plus grande que la valeur citée en dernier lieu, mais elle est de beaucoup inférieure à celle de certains acides secondaires de la série cyclopentanique.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Éther éthylique cyclohexylvalérique

L'acide cyclohexylvalérique en quantité de 55.6 g obtenu par nous avec de très bons rendements d'après la méthode de A. E. Čičibabin est dissous en 300 cm³ d'alcool absolu et saturé à 0° de gaz chlorhydrique sec. Après chauffage au bain-marie pendant 3 heures le mélange en réaction est versé dans de l'eau et l'éther cyclohexylvalérique est extrait par de l'éther. L'extrait éthéré est lavé à l'eau avec une faible solution de soude et séché au chlorure de chaux. Obtenu 56.4 g d'éther cyclohexylvaléroéthylique, fusible à 136—138° sous pression de 12 mm. Rendement 93° de la quantité théorique.

0.1347 g de substance; 0.3608 g CO_2; 0.1361 g H_2O
$C_{13}H_{24}O_2$: calculé C—73.58, H—11.32; trouvé, C—73.35 H—11.30

Alcool cyclohexylamylique

55 g d'éther cyclohexylvalérique dissous dans 370 cm³ d'alcool absolu sont ajoutés d'un entonnoir à égouttement à 38 g de sodium métallique coupé en assez grosses pièces, de façon à assurer une ébullition uniforme de l'alcool. Après dissolution du sodium on ajoute 200 cm³ d'eau et le mélange est bouilli pendant une heure encore. L'excès d'alcool éthylique est enlevé par distillation au déphlegmateur et le reste extrait avec de l'éther. L'extrait éthéré est lavé à grande eau et séché au sulfate sons pression de soude. Après enlèvement de l'éther le résidu est distillé sous pression de 11 mm. Température d'ébullition 131—132°. Obtenu 27.6 g ou 62.6% du rendement théorique. L'alcool cyclohexylamylique représente un liquide incolore insoluble dans l'eau, miscible avec l'éther et l'alcool.

0.1311 g de substance: 0.3709 g CO_2; 0.1520 g H_2O.
$C_{11}H_{22}O$: calculé C—77.65; H—12.94; trouvé C—77.48; H—12.97

Cyclohexylamylbromide

25 g d'alcool cyclohexylamylique étaient saturés de gaz bromhydrique à 0°. La solution était chauffée au bain-marie pendant 3 heures. La couche inférieure d'acide bromhydrique se formant était enlevée à l'aide d'une pipette, le résidu était saturé à nouveau avec échauffement subséquent. La masse en réaction était versée dans l'eau et extraite par l'éther; l'extrait éthéré était lavé à grande eau et avec une faible solution de soude et séché au chlorure de chaux.

Obtenu 31.5 g. Température d'ébullition 124° sous pression de 8.5 mm. Rendement 92% de la quantité théorique.

Le cyclohexylamylbromide est un liquide incolore de faible odeur, insoluble dans l'eau.

0.1824 g de substance: 1242 g AgBr
$C_{11}H_{21}Br$: calculé Br—29.14; trouvé Br—28.98

1,10-dicyclohexyldécane

De 10 g de cyclohexylamylbromide, de 1.05 g de Mg et de 50 cm³ d'éther séché au dessus du P_2O_5 un composé organomagnésique a été préparé de la façon habituelle. La masse en réaction était refroidie avec de l'eau glacée et on y ajoutait, en remuant, avec un entonnoir à égouttement 3.6 g de furfurol fraîchement distillé en solution éthérée. Après décomposition par une solutoin

forte de NH_4Cl on filtrait et la couche éthérée était separée, lavée à grande eau et sechée dans du Na_2SO_4. Après enlèvement de l'éther par distillation le reste était fractionné dans le vide sous pression 0.6 mm. Obtenu les fractions que voici:

92—135° quelques gouttes;
135—137° 5.1 g.

Au résidu un peu de résine.

La fraction 135—137°, au repos, entre tout entière en cristallisation. Après récristallisation dans l'alcool on a obtenu de fines lamelles incolores, fondant à 34°. Rendement 77.8% de la valeur théorique. La substance est bien soluble dans l'éther, difficilement soluble dans l'alcool froid.

0.1169 g de substance; 0.3691g CO_2; 0.1455 g H_2O
$C_{22}H_{42}$: calculé C—86.27; H—13.73; trouvé C—86.11; H—13.93

Anhydride chlorique de l'acide cyclohexylvalérique

1 g d'acide cyclohexylvalérique et 1 g de thionylchloride étaient chauffés pendant 1 heure au bain-marie avec réfrigérant à reflux. Le liquide obtenu était distillé dans le vide sous pression de 15 mm à la température d'ébullition de 139°.

0.2020 g de substance; 0.1411 g AgCl
$C_{11}H_{19}OCl$: calculé Cl—17.53; trouvé Cl—17.30

Amide de l'acide cyclohexylvalérique

0.5 g d'anhydride chlorique étaient dissous dans 20 cm³ de benzène. La solution était saturée d'ammoniaque sèche. Après séparation du chlorhydrate d'ammoniaque la plus grande partie du benzène était évaporée au bain-marie. Au repos l'amide se dépose en paillettes brillantes, fusibles à 122—123°.

0.1094 g de substance; 7.47 cm³ (21°, 744 mm)
$C_{11}H_{21}ON$: calculé 7.65; trouvé 7.56

La détermination de la solubilité du sel cadmique de l'acide cyclovalérique.

0.6988 g de solution de sel ont fourni 0.0105 g de sel cadmique.
Solubilité du sel en 100 parties de solution 1.5 de sel cadmique

Institut d'étude et de syntèse
de matières végétales et animales,
Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. IV. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] O. Tischl u. H. Schlosberger, Handbuch der Chemotherapie, 67—69 (1932). [2] F. Arndt u. B. Eistert, B., 68, 200 (1935). [3] A. E. Tchitchibabine, Chim. et Ind., 27, № 3, 563—568 (1932); v. C (1), 3409 (1932). [4] Roger Adams, A. P. 1693861 (1928); C (1) 1507 (1929). [5] А. Е. Чичибабин, Ф. В. Чириков, М. М. Кацнельсон, С. И. Корягин и Г. В. Челинцев, ИМЕН, 203 (1932).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

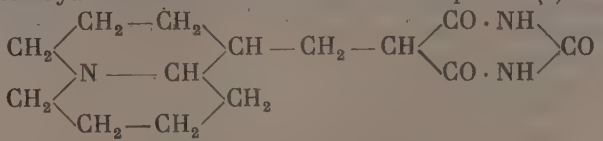
CHIMIE

SUR QUELQUES DÉRIVÉS DE LA LUPININE

Par M. KACNELSON et M. KABAČNIK

(Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 21. IV. 1936)

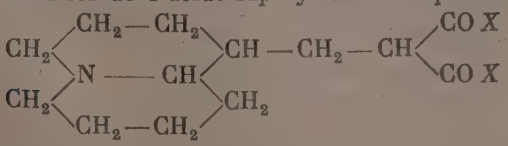
Au commencement le but de notre travail a été d'obtenir une série d'acides lupinyl-barbituriques. Parmi les nombreux dérivés de l'acide barbiturique obtenus jusqu'au dernier temps il n'y avait pas de dérivés contenant des substituants hétérocycliques. Les acides piridyl-barbituriques n'ont trouvé que récemment la description dans un brevet anglais*. De même jusqu'à présent l'influence de remplaçants hétérocycliques sur l'action physiologique des acides barbituriques n'a pas été étudiée. L'étude de ces questions présente un intérêt indiscutable, ne serait ce par la haute activité physiologique des composés hétérocycliques et en première ligne des composés hydratés (la série d'alcaloïdes naturels etc.). Ces considérations nous ont amené à la synthèse d'une série de dérivés des acides barbituriques, contenant comme substituants des hétérocycles azoteux. Comme premier objet de notre synthèse a été l'acide barbiturique contenant comme substituant hétérocyclique le noyau de l'alcoloïde naturel de la lupinine (I):



L'acide lupinyl-barbiturique

La réalisation de cette synthèse s'était heurtée à une série de difficultés qui pour être surmontée demandait des taux importants de lupinine originaire, que nous n'avions pas en notre disposition, et nous fûmes obligés d'arrêter nos recherches.

Notre présente communication contient la description de l'éther lupinyl-malonique (II) et de ses dérivés obtenus par la méthode ordinaire—par l'action de chlorlupinine sur l'éther malonique de sodium,—de même que sur le Na-sel de l'acide lupinyl-barbiturique:



II. $X = OC_2H_5$
III. $X = OH$
IV. $X = ONa$

* E. P. 773774.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Le Chlorlupinane*

15 g de lupinine ont été dissous dans 50 cm³ de benzène anhydre et on a ajouté à la solution, en l'agitant énergiquement, goutte à goutte 11 g de thionylchlorure. L'addition se fait de manière que tout le résidu soit dissous vers la fin de l'opération. Le mélange en réaction, après repos pendant la nuit, a été porté à l'ébullition au bain-marie durant deux heures. Puis le benzène a été distillé dans le vide et le résidu—une masse épaisse sombre—dilué à l'eau, alcalisé et extrait par l'éther. Après être séparé de la couche aqueuse et du résidu résineux l'extrait a été séché dans le vide au dessus de la potasse calcinée et, l'éther étant évaporé, le résidu a été distillé dans le vide. Obtenu sous pression de 14.5 mm le chlorlupinane possedait le point d'ébullition 126—128°. Le rendement—12 g.

L'éther lupinylmalonique (II)

4 g de sodium metallique ont été dissous dans 75 cm³ d'alcool absolu. À la solution de l'alcoolate ont été ajoutés 28.2 g d'éther malonique et 33.5g de chlorlupinane (quantité théorique—33 g). Le mélange était chauffé à reflux au bain-marie pendant sept heures. Puis l'alcool a été distillé, le résidu mélangé avec de l'eau, et la solution aqueuse épuisée par l'éther, l'extrait séché dans le vide au dessus du sulfate de sodium. Aprés la distillation le résidu de l'éther a été soumis au fractionnement dans le vide. Après la distillation à trois réprises on a obtenu 6 g de fraction fondant à 199.5°—200° sous pression de 11 mm.

0.1265 de substance; N_2—5.14 cm³ (11°, 757 mm)

$C_{17}H_{29}O_4N$: calculé N—4.50%; trouvé N—4.70%

Détermination du poids spécifique. Poids de l'eau à 0°=1.1068 g; poids de la substance à 13.5°—1.1732 g. $D_0^{16.5°}=1.0600$.

Détermination de la réfraction d'après Abbé: à 20°: $n^{20}=1.4811$.

$C_{17}H_{29}O_4N$: calculé $[M]_D=83.55$; trouvé $[M]=83.54$

Na-sel de l'acide lupinylmalonique (IV)

3.75 g d'éther lupinylmalonique ont été dissous dans 20 cm³ d'alcool absolu et additionnés de la solution de soude caustique à alcool absolu (préparé avec 1 g de sodium métallique). Une (IV) demi-minute après, la solution limpide s'est troublée. Le mélange a été bouilli au bain-marie à reflux pendant 4 heures, et il s'est déposé un precipité du Na-sel de l'acide lupinylmalonique. Après le refroidissement il a été filtré, lavé avec de l'alcool absolu et de l'éther anhydre et séché dans le vide. Le rendement fut quantitatif. Le sel est insoluble dans l'alcool et facilement soluble dans l'eau. La solution aqueuse a une réaction alcaline indiquée par le tournesol.

0.1337 g de substance; Na_2SO_4 — 0.0622 g

$C_{13}H_{19}O_4NNa_2$: calculé Na — 15.38%; trouvé Na — 15.07%

* D. R. P. 386936 (C, 1924, I, 2636); D. R. P. 481285 (C, 1929, II, 2505); P. Karrer et A. Vogt, Helv. Chim. Acta, 13, 1073 (C, 1930, II, 3291).

Le Ba-sel de l'acide lupinylmalonique a été obtenu du sel de sodium par la réaction d'échange avec le chlorure de baryum. Le sel est peu soluble dans l'eau. Les solutions aqueuses possèdent une réaction alcaline. Nous n'avons pas réussi à obtenir l'acide lupinylmalonique en état libre (III).

L'acide lupinylacétique

Un mélange de 1.6 g d'éther lupinylmalonique, de 5 cm³ de HCl (d=1.19) et de 5 cm³ d'eau a été bouilli dans un petit ballon à reflux pendant deux heures. Le gaz carbonique qui se dégageait a été ramassé dans une burette servant à l'anaylse de gaz. On a obtenu 124 cm³ de CO_2 (15°, 756.5 mm).

$C_{17}H_{29}O_4N$: calculé CO_2 — 14.15%; trouvé CO_2 — 14.12%

La solution chlorhydrique a été neutralisée par la soude caustique, évaporée au sec, après quoi le résidu sec a été traité par de petites quantités d'alcool absolu. Le sulfate de sodium étant éloigné par filtration, l'alcool a été distillé à sec et le residu traité de nouveau par de petites quantités d'alcool absolu. L'alcool étant éloigné par distillation, il y est resté un sirop incolore qui n'admettait plus de continuer la purification. D'après les données d'analyse il doit présenter l'acide lupinylacétique assez pur.

0.1260 g de substance; N_2 — 7.20 cm³ (761.5 mm, 20°)
$C_{12}H_{21}O_2N$: calculé N — 6.64%; trouvé N — 6.52%

L'acide est très facilement soluble dans l'eau et monis soluble dans l'alcool; elle est insoluble dans l'éther.

La condensation de l'éther lupinylmalonique avec l'urée

0.44 g de sodium métallique ont été dissous dans 10 cm³ d'alcool anhydre et la solution d'alcoolate a été additionnée, après le réfroidissement, de 2 g d'éther lupinylmalonique et de 0.55 g d'urée sèche. Le mélange étant chauffé au bain-marie le sel de sodium de l'acide lupinylmalonique commença bientôt à se déposer en quantités croissantes. Après un chauffage pendant 6 heures la solution a été refroidie et le sel de sodium a été enlevé par aspiration à l'abri de l'humidité d'air, lavé avec de l'alcool absolu et l'éther et seché au vide. Il a été obtenu une poudre cristalline fine, facilement soluble dans l'eau et difficilement dans l'alcool absolu, diffusible à l'air.

0.2339 g de substance; Na_2SO_4 — 0.1043 g
$C_{14}H_{19}O_3N_3Na_2$: calculé Na — 14.24%; trouvé Na — 14.44%

Institut d'étude et de synthèse
de matières végétales et animales.
Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. IV. 1936.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

CHIMIE

SYNTHÈSE DE L'ISOLOGUE FURANNIQUE DE LA COCAÏNE (L'ÉTHER MÉTHYLIQUE DE LA 2-FUROYLECGONINE)

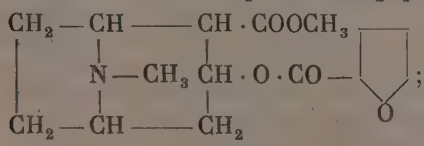
Par M. M. KACNELSON et J. L. GOLDFARB

(Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 21. IV. 1936)

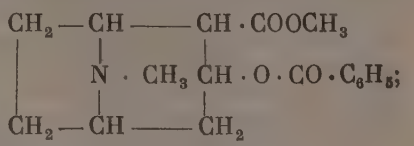
Grâce aux travaux approfondis de Gilman (1), de Reichstein (2) et de leurs collaborateurs la littérature chimique s'est enrichie en ces derniers temps de nouvelles données sur les propriétés «aromatiques» des composés aux noyaux furanniques et thiophéniques.

Il serait aussi d'un grand intérêt d'établir le degré de ressemblance entre les propriétés pharmacologiques de quelques dérivés du furane et du thiophène et celles des dérivés analogues du benzène. Les données sur cette question sont encore fort peu nombreuses. Nous citons ici seulement l'ouvrage de V. Steinkopf et W. Ohse (3) contenant la description de la synthèse et des propriétés pharmacologiques de l'isologue tiophénique de la cocaïne dite thiophène-cocaïne (III).

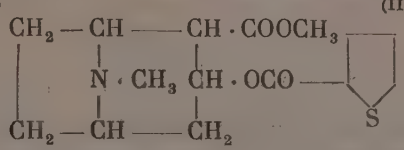
C'est en poursuivant nos recherches sur les rapports de la structure et de l'action pharmacologique que nous avons synthétisé quelques composés au noyau furannique dont les analogues benzéniques sont connus et bien étudiés. Nous allons décrire ici la synthèse de l'isologue furannique de la cocaïne (I) (éther méthilique de la 2-furoylecgonine), ayant déjà les données de son examen pharmacologique:



La furancocaïne
(I)



La cocaïne
(II)



La thiophène-cocaïne
(III)

L'éther méthylique du 2-furoylecgonine peut être obtenu en chauffant le chlorhydrate d'éther méthylique de l'ecgonine en présence de chloranhydride de l'acide pyromucique c'est-à-dire par une méthode analogue à celle d'obtention de la cocaïne. Les rendements du produit obtenu étant trop petits, on obtient la furan-cocaïne avec des rendements incomparablement plus hauts en chauffant le mélange d'anhydride d'acide pyromucique et de base libre de l'éther méthylique de l'ecgonine. Notons ici que Steinkopf et Ohse ont trouvé que la synthèse de la thyophène-cocaïne par l'éther méthylique de l'ecgonine était trop difficilement réalisable et pour cette raison ils ont préféré un autre mode—par l'ecgonine, c'est-à-dire ils obtenaient d'abord la 2-thénonylecgonine et à partir de celle-la—par la méthylisation—la thiophène-cocaïne.

La furancocaïne obtenue par récristallisation dans la ligroine se présente en gros cristaux de forme régulière fondant à 142—143°, c'est-à-dire à la température beaucoup plus élevée que celle de la cocaïne (98°) et de la thyophène-cocaïne (107°). Au contraire, les points de fusion de sels de ces trois composés sont très rapprochés.

	Chlorure	Picrate	Chloroplatinate
La cocaïne	183°	163°	décomposition à 228°
La thyophène-cocaïne . .	184.5°	170° — 175°	
La furancocaïne	184.5°	167° — 169°	noircissement à 227° dissolution à 231°

Comme nous l' avons dit plus haut, nous avons utilisé pour l'éther méthylé de l'ecgonine, à coté du chloranhydride d'acide pyromucique, l'anhydride de cette acide. La méthode décrite dans la littérature (4) d'obtention de cet anhydride en faisant réagir le chloranhydride de l'acide sur les sels d'argent ou de sodium de cet acide est peu commode au point de vue préparative. Aussi nous avons employé, pour la préparation de cet anhydride, la méthode déjà éprouvée par Steinkopf et Ohse pour la préparation de l'anhydride de l'acide α-thiophène-carbonique—chauffage du mélange de l'acide avec l'anhydride acétique et le toluène. Le rendement de l'anhydride atteint 75% de la quantité théorique.

La thiophène-cocaïne obtenue par Steinkopf et Ohse montre d'après ses propriétés pharmacologiques une complète analogie à la cocaïne, tandis que la furancocaïne de notre synthèse se diffère beaucoup de ces deux composés, comme il a été établi par A. I. Kouznetzov, professeur à l'Institut de médecine expérimentale. La solution à 1% de chlorhydrate de la furancocaïne appliquée à la cornée du lapin ne produisait pas une anesthésie visible, tandis que la cocaïne de même que son analogue thiophénique montre un effet anesthésique bien considérable même étant appliquée dans des concentrations moins fortes. Ce fait est une preuve de ce que la proximité de la structure chimique des composés n'est pas encore un indicateur de la proximité de leur propriétés pharmacologiques.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

L'anhydride de l'acide pyromucique

Un mélange de 30 parties d'acide pyromucique, de 60 parties d'anhydride acétique et de 80 parties de toluène a été porté à ébullition pendant huit heures dans un ballon muni d'un refrijérant ascendant.

La majeure partie d'anhydride acétique, de toluène et d'acide acétique a été évaporée sous pression normale et le résidu a été fractionné dans le vide. Sous pression réduite à 14 mm, entre 196—200° il se distille une huile incolore se prenant dans le récipient en une masse cristalline.

L'anhydride d'acide pyromucique ainsi obtenu a été récristallisé dans la ligroine ou l'éther de pétrole. La température de fusion —73°. Le rendement atteint 75% de la quantité théorique.

0.1492 g de substance; 0.3190 g CO_2; 0.0408 g H_2O

$C_{10}H_6O_5$: calculé C — 58.25%, H — 2.94%; trouvé C — 58.31%; H — 3.06%

L'éther méthylique de la furoylecgonine

a) Obtenu à partir du chlorhydrate d'éther méthylique de l'ecgonine et du chloranhydride d'acide pyromucique.

Un mélange de 10 g de chlorhydrate d'éther méthylique de l'ecgonine et de 10 g de chloranhydride d'acide pyromucique a été chauffé au bain-marie dans un petit ballon à tube frigorifique préservé d'humidité par un tube avec du chlorure de calcium jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus de gaz chlorhydrique.

Puis le mélange brun, chaud encore, a été versé dans de l'eau (50 cm^3) et agité avec de l'éther pour l'élimination des parties neutrales. La couche aqueuse a été separée et saturée par la potasse. Les cristaux ainsi déposés ont été lavés à l'eau et séchés dans un dessicateur à l'acide sulfurique. Il a été obtenu 1.5 g de cristaux faiblement colorés fondant à 142—143° après récristallisation dans la ligroine.

b) Obtenu à partir de l'éther méthylique de l'ecgonine et du chloranhydride d'acide pyromucique.

On ajoute peu à peu à la solution benzolée de 3 parties d'éther méthylique de l'ecgonine 4 parties de chloranhydride d'acide pyromucique. Aussitôt se dépose un précipité cristallin. Puis on chauffe le mélange pendant une heure à reflux. Le jour suivant on sépare le précipité qui présente le chlorhydrate d'éther méthylique de l'ecgonine.

Dans le filtrat au repos se déposent des cristaux bien formés de chlorure d'éther méthylique de la furoylecgonine. Ils sont récristallisés par dissolution en alcool et précipitation par l'éther. La température de fusion des cristaux obtenus est égale à 184. 5°.

A partir du chlorhydrate traité par la solution de potasse ou de soude on peut obtenir la base fondant après récristallisation dans la ligroine à 142—143°.

0.1470 g de substance : 0.3302 g CO_2; 0.0899 g H_2O

$C_{15}H_{19}O_5N$: calculé C — 61.41%; H — 6.52%; trouvé C — 61.26%; H — 6.84%

0.2414 g de substance: 10.60 cm^3 N (sous pression de 759.3 mm, à 29°)

$C_{15}H_{19}O_5N$: calculé N — 4.78%; trouvé N — 4.73%

c) Obtenu à partir de l'éther méthylique de l'ecgonine et de l'anhydride d'acide pyromucique.

Un mélange de 3.1 g d'éther méthylique de l'ecgonine et de 3.1 g d'acide pyromucique a été chauffé au bain-marie pendant une heure. On a ajouté au mélange homogène après son refroidissement d'abord la solution alcaline diulée, puis la solution de potasse saturée. Les cristaux qui se sont déposés ont été séparés, lavés à l'eau et séchés dans le dessicateur. Il a été obtenu

3.2 g (66%) de furancocaïne fondant à 140°. Après la récristallisation dans la ligroïne elle fondait à 142—143°.

0.1767 g de substance: 7.72 cm³ N (sous pression de 733.5 mm et à 14°)
$C_{13}H_{19}O_5N$: calculé N — 4.78%; trouvé N — 4.93%

Étant récristallisée dans la ligroïne, la furancocaïne se dépose en gros cristaux bien formés. Elle est facilement soluble dans l'éther, l'alcool et la ligroïne chaude et peu soluble dans la ligroïne froide.

Les sels de furancocaïne

Le chlorure de furancocaïne est obtenu par addition à la solution éthérée basique de l'HCl alcoolisée. La récristallisation se produit par addition de l'éther à la solution alcoolique de cristaux. Température de fusion—184.5°.

0.2347 g de substance: 0.1076 g AgCl;
$C_{15}H_{20}O_5NCl$: calculé Cl — 10.76%; trouvé Cl — 10.81%.

Le chloroplatinate de furancocaïne est obtenu par le mélange des solutions aqueuses de chlorhydrate de furancocaïne et d'acide platinohydrochlorique. Les cristaux fins de couleur rouge-brique commencent à noircir à 227° et fondent en se décomposant à 231°.

0.1252 g de substance: 0.242 g Pt
$(C_{15}H_{20}O_5NCl)_2\ PtCl_4$: calculé Pt — 19.59%; trouvé Pt — 19.31%

Le picrate de furancocaïne présente des fins cristaux jaunes fondant après récristallisation dans l'eau à 167—169°.

0.0976 g de substance; 9.72 cm³ N (sous pression de 750 mm, et à 21.6°)
$C_{21}H_{22}O_{12}N_4$: calculé N — 10.73%; trouvé N — 11.09%

Institut d'étude et de synthèse
de matières végétales et animales.
Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. IV. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] R. Gilman a. N. O. Coloway, Journ. Amer. Soc., 55, 4197—4205 (1933); Gilman a. Young, C. I, 3208 (1934). [2] T. Reichstein et H. J. Morsman, Helv. chim., XVII, 1119 (1934). [3] W. Steinkopf et W. Ohse, A. 437, 14 (1924). [4] E. Baum, B. 34, 2505.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

CHIMIE

L'OBTENTION DES ANHYDRIDES D'ACIDES NAPHTÉNIQUES

Par M. P. GERČUK et M. M. KACNELSON

(Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 21. IV. 1936)

Nos recherches sur les acides naphténiques naturels et synthétiques nous ont fait préparer une série d'anhydrides de ces acides, connus et ignorés jusqu'à présent. La seule méthode d'obtenir les anhydrides d'acides naphténiques était jusqu'à nos jours celle par action des chloranhydrides sur les sels de ces acides (1). Cette méthode n'étant pas commode, nous n'avons pu obtenir d'anhydrides des acides naphténiques. Nous avons élaboré des méthodes permettant de préparer plus facilement les anhydrides d'acides naphténiques.

Wedekind (2) en 1899 a démontré que par l'action du chloranhydride de l'acide phénylacétique sur la diéthylamine on obtient l'anhydride de l'acide phénylacétique. Plus tard A. E. Tchitchibabine (3) a obtenu l'anhydride de l'acide benzoique par l'action du chlorure de benzoyle sur l'acide benzoique en présence de la pyridine.

Ayant appliqué cette réaction pour obtenir différents anhydrides d'acides naphténiques nous avons trouvé qu'on peut les préparer d'une grande pureté et avec de bons rendements par l'action des chloranhydrides des acides naphténiques sur les acides eux-mêmes en présence de la pyridine. Étant simple et prompte, cette méthode possède en outre l'avantage permettant de se passer de la préparation préalable de sels des acides. Nous avons préparé d'après cette méthode l'anhydride de l'acide cyclopentanecarbonique jusqu'à present inconnu et une série d'anhydrides d'autres acides naphténiques. Plus tard nous avons employé une méthode plus simple encore, en faisant réagir l'anhydride acétique sur les acides naphténiques. Cette méthode donne des rendements moins bons et possède cependant un grand avantage de ne pas exiger la préparation préalable de chloranhydrides et de sels des acides ci-dessus décrits.

Nous employons nos deux méthodes pour obtenir les anhydrides d'acides naphténiques naturels.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

L'anhydride d'acide cyclopentanecarbonique

2.9 g d'acide cyclopentanecarbonique ont été mélangés avec 2 g de pyridine. On a ajouté au mélange refroidi 0.3 g de chloranhydride d'acide cyclohexanecarbonique et 10 cm³ d'éther absolu. 20 min. après, le mélange

a été décomposé par l'eau: la couche éthérée a été lavée avec l'acide chlorhydrique à 10% et avec la solution de soude et séchée par du sulfate de sodium. L'éther étant distillé il a été separé du résidu une fraction de 3 g bouillant à 157—158° sous pressions de 18 mm et à 140—142° sous pression de 9 mm.

0.1091 g de substance: 0.2755 g CO_2; 0.0842 g H_2O
$C_{12}H_{18}O_3$: calculé C — 68.57%; H — 8.57%; trouvé C — 68.87%; H — 8.63%

$D^{19} = 1.066$; $n_D^{19} = 1.4691$
$MR = 54.63$; MR calculé = 54.88

L'anhydride d'acide cyclopentanecarbonique présente un liquide incolore soluble dans l'éther, le benzène et l'alcool.

L'anhydride d'acide cyclohexanecarbonique

2.6 g d'acide cyclohexanecarbonique ont été mélangés avec 2 g de pyridine. On a ajouté au mélange refroidi goutte à goutte la solution de 3 g de chloranhydride d'acide cyclohexanecarbonique dans 10 cm^3 d'éther absolu. 30 min. après, le mélange a été décomposé par l'eau et la couche éthérée a été lavée avec l'acide chlorhydrique, la solution de soude et l'eau. Après l'avoir séchée on a eloigné l'éther par distillation et distillé le reste.

Il a été obtenu 3 g d'anhydride d'acide cyclohexanecarbonique, bouillant à 160—162° sous pression de 5 mm et à 280°—282° sous pression de 760 mm. Température de fusion 25°; $n_D^{15} = 1.4814$.

L'anhydride d'acide cyclohexanecarbonique

(par action de l'anhydride acétique sur l'acide cyclohexanecarbonique)

3.5 g d'acide cyclohexanecarbonique ont été mélangés avec 15 g d'anhydride acétique, le mélange a été chauffé pendant 7 heures au bain d'huile à la température 140—150°. Le chauffage terminé, on distillait l'excès d'anhydride acétique et traitait le reste par l'éther. La solution étherée était lavée avec la solution de bicarbonate et séchée par le sulfate de sodium. L'éther étant évaporé, on distillait le reste. Il a été obtenu 1.5 g d'anhydride d'acide cyclohexane carbonique bouillant à 183—185° sous pression de 20 mm et à 283—285° sous pression de 760 mm. $n_D^{15} = 1.477$; température de fusion = 24°.

L'anhydride d'acide cyclopentanecarbonique

(par action de l'anhydride acétique sur l'acide cyclopentanecarbonique)

5 g d'acide cyclopentanecarbonique ont été mélangés avec 20 g d'anhydride acétique et le mélange chauffé au bain d'huile durant 8 heures à 140—150°. Après le chauffage on distillait l'excès d'anhydride acétique et traitait le reste par l'alcool. La solution étherée a été lavée avec la solution de bicarbonate et séchée par le sulfate de sodium. L'éther étant évaporé, on distillait le reste. Il a été obtenu 1.3 g d'anhydride de l'acide cyclopentanecarbonique bouillant a 160—165° sous pression de 28 mm.

Institut d'étude et de synthèse
de matières végétales et animales.
Académie des Sciences de l'URSS.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 21. IV. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] Lumsden, Soc. 87, 92; Gudeman, B., 21, 2697. [2] Wedekind, C., I, 561 (1900). [3] А. Е. Чичибабин, ЖРФХО, 33, 404.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

CHIMIE

CONDENSATIONS AMIDIQUES. OBTENTION DE BENZOYLACÉTONE PAR CONDENSATION DU N,N-DIPHÉNYLACÉTAMIDE AVEC L'ACÉTOPHÉNONE

Par G. ČELINCEV et E. OSETROVA

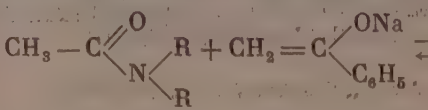
(Présenté par A. Favorskij, de l'Académie, le 13. IV. 1936)

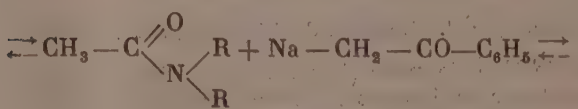
Les travaux de l'un de nous (1) consacrés à l'étude du mécanisme et du régime énergétique de diverses condensations de substances organiques, effectuées à l'aide de sodium métallique ou de ses dérivés décomposables par l'eau, ont abouti à établir que ces processus sont des synthèses avec des composés organométalliques, mais se distinguent des synthèses organométalliques habituelles par une série de particularités dépendant principalement des propriétés tautomériques des composants contenant des métaux. C'est pour cette raison qu'il a été proposé de considérer les condensations d'éthers-sels (Gayter), crotoniques (Claesen), glycidiques (Erlenmeyer), azotyliques (Meyer), les condensations de Michael, celle de Traube et Lehmann, ainsi que celles de Frankland et Duppe, de Conrad etc. dans les chapitres consacrés aux synthèses avec des composés organométalliques sous le titre de «synthèses avec des composés organosodiques tautomériques». La bonne interprétation de ces réactions comme de synthèses avec des composés organométalliques devait conduire à un développement ultérieur de la méthode, en insistant sur l'analogie avec les synthèses largement étudiées avec les composés de Grignard. Toutefois, la poursuite d'analogies pareilles ne saurait bien aboutir que lorsque dans le choix des composants de la condensation il sera tenu compte des particularités spécifiques des synthèses avec des composés organosodiques tautomériques.

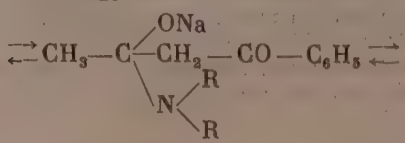
On sait depuis les travaux de Bouveau (2) et de Bays (3) que les amides des acides sont aptes semblablement aux éthers-sels à entrer en condensation avec des composés mixtes organomagnésiques. Le comportement des amides dans les conditions de condensation d'éthers-sels n'a pas été étudié, vu que les anciennes idées sur le mécanisme de ces processus ne laissaient pas admettre la possibilité d'une telle analogie. La notion de «synthèses avec des composés organosodiques tautomériques» permettait d'admettre que les amides des acides peuvent, tout comme les éthers-sels, servir de composants tant métallifères que non métallifères des condensations, pourvu que les conditions des processus de condensation et la nature des composants répondent aux exigences spéciales de la méthode.

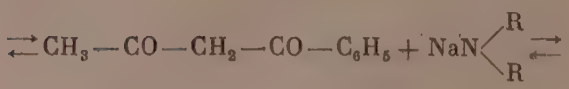
Pour des raisons évidentes d'après les travaux précités, seuls les amides disubstitués près de l'azote peuvent être appliqués dans les synthèses à opérer avec les «composés organosodiques tautomériques. Nous avons examiné, en les soumettant à la condensation avec l'acétophénone, le diéthylacétamide et le diphénylacétamide.

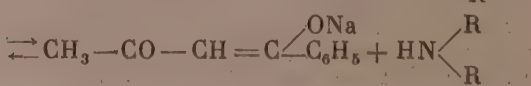
La première condensation n'a pas réussi, la seconde, par contre, a fourni du benzoylacétone avec un assez bon rendement. Conformément aux idées précédement exposées la première condensation est irréalisable pour des raisons d'ordre énergétique: elle devrait aboutir au degagement de diéthylamine, dont les fortes propriétés basiques devraient faire augmenter dans une grande mesure la provision d'énergie libre du système résultant par rapport au système initial. La seconde condensation aboutit à un dégagement de diphénylamine jouissant d'un caractère presque neutre, par analogie avec l'alcool qui se dégage dans les condensations d'éther-sels. Le mécanisme de la condensation se présente comme suit:











Ainsi donc, nous avons trouvé que les amides d'acides disubstitués sont aptes, de façon analogue aux éthers-sels, à participer aux synthèses dans les conditions des condensations d'éthers-sels et que, par conséquent, ces condensations ne sont pas des processus distincts en principe des autres condensations s'effectuant avec l'aide du sodium, mais rien que des cas particuliers de réactions de composés carbonyliques et analogues avec des composés organosodiques tautomériques.

Nous espérons pouvoir communiquer très prochainement des résultats de l'application de la «méthode des condensations amidiques» dans diverses combinaisons.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

1. Condensation du diéthylacétamide avec l'acétophénone. A 5 g de fil de sodium dans 150 cm³ d'éther absolu on ajoutait 26 g de diéthylacétamide et 25 g d'acétophénone. On chauffait au bain-marie jusqu'à disparition du sodium. Après refroidissement on ajoutait 200 cm³ d'eau et après remuement la couche aqueuse était separée

et acidulée avec de l'acide acétique. Aucun dégagement de benzoylacétone ne s'était produit.

2. Condensation du diphénylacétamide avec l'acétophénone. Les expériences ont été exécutées en solution d'éther de benzène.

a) A 5 g de fil de sodium dans 200 cm³ d'éther absolu on ajoutait 44 g de diphénylacétamide et 25 g d'acétophénone. La réaction va sans chauffage à l'ébullition de l'éther et en 30 min. tout le sodium se trouve dépensé. La solution est chauffée pendant une heure au bain-marie, refroidie et remuée dans un entonnoir à diviser avec 200 cm³ d'eau. La couche aqueuse est acidulée avec de l'acide acétique, le produit cristallin se déposant est enlevé par aspiration et séché au déssiccateur. La tempétrature de fusion est de 58 à 60°. Après la récristallisation dans l'alcool dilué cette température est de 60 à 61°. Un échantillon mixte ne fournit pas de dépression avec le benzoylacétone. Rendement 4.6 g.

b) A 2.3 g de fil de sodium, dans 100 cm³ de benzène sec on ajoutait 21 g de diphénylacétamide et 12 g d'acétophénone. Chauffé jusqu'au début de la réaction au bain-marie, après quoi la dissolution du sodium continuait sans chauffage du dehors.

A mesure de la dissolution du sodium un dépôt cristallin se précipitait de la solution et après un chauffage final au bain-marie le contenu du ballon représentait une agglomération de cristaux. Après refroidissement on y ajoutait 100 cm³ d'éther, le derivé sodique était enlevé par aspiration, lavé à l'éther et décomposé par l'acide acétique. Le benzoylacétone était extrait, lavé à l'eau, séché au déssiccateur. Obtenu 4 g, ce qui fait 25 p. c. du rendement théorique.

Institut d'étude et de synthèse
de matières végétales et animales.
Académie des Sciences de l'URSS.

Muscrit reçu
le 13. IV. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] Г. В. Челинцев, ЖОХ, **5**, 562 (1935). [2] Bouveau, C. R., **137**, 987 (1903). [3] Bays, C. R., **137**, 575 (1903). [4] Г. В. Челинцев, ЖОХ, **4**, 800 (1934); Ber., **68**, 327 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (118)

BIOLOGY

COMPARATIVE STUDY OF THE IMPORTANCE OF RESPIRATORY RHYTHM FOR THE CONDITION OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

By CH. S. KOŠTOJANC (CH. KOSCHTOJANZ, and T. I. BEKBULATOV

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 3. XI. 1936)

In a number of scientific investigations previously published by one of us (Koschtojanz) ([1], [2]) was shown the essential importance of respiratory rhythm for the condition of the central nervous system, as manifested by plastic tonus phenomena in amphibia and fishes. These experiments made it possible to formulate the hypothesis that «the internal organs, directly connected with the outside world by the process of continuous metabolism (breathing and blood circulation, feeding, i. e., the consumption and digestion of food, excretions, etc.) receive with their censory nerve elements such stimulations coming from the outside world as correspond biologically to the rhythmical acts of respiration, nutrition, and excretion; the excitation thus engendered in those receptive fields, an excitation, rhytmical as to its biological nature, is transmitted to the central nervous system and gives rise to impulses of such nature and quality as to result in a tonic condition of the muscles of the trunk.» The principal experiments made in this connection were those showing the onset of as harply-defined posture-tonic state in amphibia and fishes following upon the elimination of the oscillations of the mouth floor in the former and of sucking movements in the latter. It may be well to state that the elimination of the oscillations of the mouth floor in amphibia (it being the first link in the respiratory rhytmical act) results in a sharp inhibition of the central nervous system made apparent by an abrupt lengthening of the time taken by Türk's reflex (Muzykantov and Rezničenko). A characteristic feature of all these experiments is that a number of phenomena, obtained by former investigators by some lesion or stimulation of the central nervous system, were obtained by writers with a full integrity of the central nervous system, but with the elimination of the normal rhythmical acts of breathing which take place at the periphery.

We give below some new experimental data which confirm the hypothesis that the rhythmical acts taking place in the internal organs (more especially in the respiratory organs) are most essential in determining the condition of the central nervous system. The experiments deal with the functioning of the heart under varying conditions of the rhythmic processes of respiration. The experiments were made on amphibia and fishes.

RESULTS OF THE EXPERIMENTS

Experiments on Amphibia (Frog and Newt). Previous experiments had shown that, after disjoining the jaws of a frog, i. e., upon eliminating the rhythmical respiratory oscillations of the floor of its mouth, the time taken by the Türk reflex is abruptly lengthened, so that it becomes possible to seat the frog Buddha-wise for a comparatively long interval of time. Starting from these observations, we investigated the nature of the rhythmic work of the frog's heart, both under normal conditions and after disjoining the jaws. The elimination of the oscillations of the mouth floor was found to result, in the first place, in a clearly defined arhythmic beat of the heart. Further on, still more profound changes occur in the work of the heart. For instance, various parts of the frog's skin were subjected to tactile, chemical, electrical stimulation, the work of the heart being under continuous observation. It was thus found that, in a normal frog, the

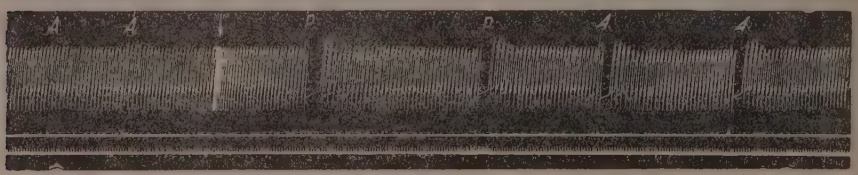


Fig. 1. The influence of skin stimulation in the fore and hind limbs of a frog on the work of the heart, both before and after the elimination of the rhythmical respiratory oscillations of the mouth floor. The arrow points to the period of elimination of these oscillations lasting 25 minutes. *A*—stimulation of anterior extremities. *P*—stimulation of posterior extremities. Readings are to be made from left to right. Ineffective in the presence of a normal respiratory rhythm, the impulses transmitted from the skin of the extremities, result in a cessation of heart beats after the respiratory rhythm has been eliminated.

stimulaton of the skin surface in a region connected with the respiratory process (floor of mouth, sides, abdomen) affected the normal rhythm of heart beats, while similar stimulation of the fore and hind limbs failed to affect the work of the heart. We can thus differentiate between zones biologically connected with the work of the heart (dermal receptors of the respiratory region) and zones biologically indifferent to the latter (dermal receptors of the extremities).

Our experiments have further shown that a stimulation of the dermal receptors of the indifferent zones (fore and hind limbs) also produce a sharp disturbance in the work of the heart, if the rhythmic respiratory oscillations of the mouth floor of the frog have been previously excluded. Namely, some 20 to 30 minutes after these rhythmic oscillations have been eliminated, the electrical stimulation of the skin of the fore and hind limbs of the frog, which have so far been ineffective, produces, as a rule, a very vivid picture of the cessation of heart beats. The results of the experiments illustrate in this respect the cymogram of Fig. 1. The theoretical conclusion suggested by these observations may be formulated as follows: the rhythmic respiratory processes taking place at the periphery are directly connected with the condition of the central nervous system. One and the same impulse coming from the outside may produce widely differing effects according to whether the rhythmic work of the peripheral breathing apparatus has been maintained or not. The biological significance of these experiments and conclusions seems to be considerable, since it points to the fact that a continuous rhythmic

stimulation of the central nervous system by the respiratory cavities would result in the formation of a kind of «bloc», which is opposed to such occasional stimulations as may be transmitted from various parts of the animal's body and arise at points of connection of the animal with the outside world. Impulses coming from the skin surface do not, as a rule, produce a cessation of heart beats; if, however, the respiratory rhythm has been arrested, they produce this result, which has a vast biological importance in the animal's life. Special investigations have shown it to be possible to arrest heart beats

Fig. 2. *I.* Acceleration of heart beats after the elimination of sucking movements in a carp. *A*—normal heart rhythm, *B*—heart rhythm after the elimination of sucking movements.

II. A figure taken from Skramlik's paper. Increased frequency of heart beats in a fish following upon the destruction of its medulla oblongata (the arrow points to the moment of the destruction).

by affecting the dermal receptors of the limbs even if the respiratory rhythm is maintained, provided the sympathetic boundary chain on both sides has been excluded. These observations, which will be dealt with in a special communication, enhance the biological importance of the phenomena described and suggest a method of their physiological realization, while at the same time elucidating the part played by the sympathetic nervous system in this connection.

Experiments on Fishes. A consistent development of our investigations was provided by the elimination of sucking movements in fisches and by the study of how this affected the work of the heart in these animals. Our previous experiments had shown that the elimination of sucking movements in fisches results in an abrupt fall of the tonus of the muscles of the trunk and in a posture-tonic condition (Ch. S. Koschtojanz). Starting from these premises, we have now investigated the way in wich the work of the heart is affected by this operation. As in our experiments with frogs, the work of the heart was used by us as an indicator of the condition of the central nervous system. The heart of such fisches as we have studied (*Cyprinidae*) was of particular interest to us, since it had been shown by a number of comparative physiological investigations that the heart of a fish has no sympathetic innervation, its work being regulated only by the vagus. Skramlik had shown that the heart of a fish, when isolated, beats with the highest frequency attainable by cold-blooded animals and approaching the frequency of heart contra-

ctions in man. Under these conditions, an accelerating (sympathetic) system would be superfluous, such variations in the frequency of heart beats as may occur in normal life being accounted for by variations in the inhibiting action of the vagus. Skramlik had actually shown that, by destroying the central nervous system, the heart beats may be accelerated to twice their normal frequency or more, owing to the elimination of the inhibiting action of the vagus. What coud have been theoretically expected with regard to a change of the heart rhythm from an elimination of sucking movements? An acceleration of the heart rhythm might have been expected. Our previous experiments having shown the vast importance of rhythmical sucking movements for the

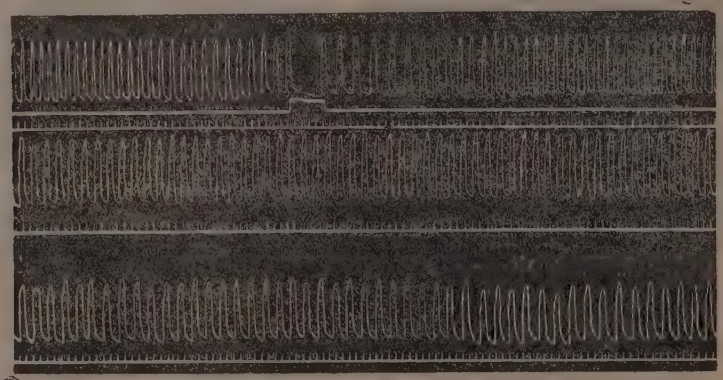


Fig. 3. Below—normal rhythm of heart contractions in a carp; in the middle—ditto after the elimination of sucking movements (acceleration); above—cessation of heart beats following upon an increase of pressure in the swimming-bladder (as registered by electric recorder) after the acceleration due to the elimination of sucking movements. The effect is but transitory, being succeeded by an acceleration of the rhythm. Conclusion: the rhythm of sucking movements maintains the tonicity of the vagus centre.

central nervous system, their elimination might have been expected to lower the tonus of the vagus centre, i. e. to produce an acceleration of heart beats.

The experiment fully confirmed these theoretical expectations. As may be seen from the cymograms of Fig. 2 some time (20 to 30 minutes) after the elimination of the sucking movements of the mouth by the removal of the rhythmically contracting portions of the upper and lower jaws, a marked acceleration of heart beats occurs. We have placed our own cymograms side by side with those taken from Skramlik's paper. A comparison of these cymograms shows that an acceleration of heart beats, i. e. an elimination of the action of the vagus, can be produced not only by the destruction of the central nervous system, as done by Skramlik, but also by the elimination of those peripheral biologically rhythmical stimuli as are responsible for the tonicity of the central nervous system, as this was done by the writers, their method being to preserve the central nervous system in its integrity. It may be objected that, under the acute conditions of the experiment, some profound changes may have occurred in the central nervous system itself, independent of the elimination of rhythmic sucking movements, and that these changes have resulted in lowering the tonus of the vagus. The experiments made by the writers answer this question exhaustively. Using a method formerly developed in our laboratory (Ch. S. Koschtojanz and F. D. Vasilenko), we

also included the swimming-bladder in our experiment. Our former experiments had shown that an increased pressure in the swimming-bladder results in a slowing down of heart beats, obviously due to a heightened tonicity of the vagus. It was then found that, when a marked acceleration of the frequency of heart beats has begun after the elimination of sucking movements, an increased pressure in the swimming-bladder does, as a rule, result in a reduced frequency of heart beats. Or, in other words, the cells of the vagus centre are in a normal condition, but are deprived of normal stimulation on the part of the rhythmical sucking, respiratory movements (Fig. 3.).

The above central experiments have enabled us, to analyse still more deeply the importance of the swimming-bladder as an internal organ genetically bound up with the respiratory organs in maintaining the tonus of the central nervous system, and, more particularly, of the vagus centre. If the experiment is begun with a full swimming-bladder, the air contained therein being evacuated (after the acceleration due to the elimination of sucking movements has set in), the following changes in the frequency of heart beats may be recorded:

Number of heart contractions under normal conditions	26
» » » » upon elimination of sucking movements	38
» » » » upon additional evacuation of swimming-bladder	46

The above figures show that in fisches the tonus of the cells of one of the most important portions of the central nervous system, i. e. of the vagus centre, is directly controlled by internal (respiratory) organs, derivatives of the primary intestinal tube. Thus, the hypothesis as to the part played by internal organs and the rhythmical act of respiration in maintaining the tonus of the central nervous system in amphibia and fishes has been experimentally confirmed by the above experiments concerned with the study of the work of the heart in these animals.

Comparative Physiology Laboratory.
K. A. Timiryazev Institute of General Biology.
Academy of Sciences of the USSR. Moscow.

Received
3. XI. 1936.

REFERENCES

[1] Х. С. Коштоянц, Арх. биол. наук, **40**, вып. 2 (1936). [2] Х. С. Коштоянц, Арх. биол. наук, **41**, вып. 1 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

PLANT PHYSIOLOGY

ON THE PROBLEM OF THE NATURE OF THE ACTION OF BAKTERIORHIZAL MICROORGANISMS ON PLANTS

By A. A. ISAKOVA

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 3. XI. 1936)

In the numerous works devoted to the problem of the mutual relations of plants and microorganisms, the process most thoroughly studied has been that of the action of the plant itself on the microflora surrounding the root system.

In this field hundreds of works investigating in detail the microbiological interrelations within the rhizosphere have been carried out.

Less elucidated is the question of the action of the microbe complex belonging to the root system on the plant itself. Investigation in this field has been somewhat one-sided: the leguminous group has been subjected to extensive investigations in connection with the nodule microorganisms, while other species of cultivated plants have been neglected in scientific work, so that there are only a few works trying to throw light on this as yet uninvestigated field.

The works of Stoklasa and Mashkovtsev may be rated as substantial contributions to this problem. The former attempted to investigate the action of various active microbe complexes on the development of plants. He showed the importance of the part played by the microbiological factor in the development of plants, increasing, as it does, the yield and speeding up the development. The latter author showed that denitrifiers play a positive role in the bacteriorhizal complexes and that their presence in the rhizosphere leads to increased productivness. Both Stoklasa and Mashkovtsev consider that the microbiological factor modifies the nutritional regime of plants. Other investigators who have more or less occupied themselves with this problem, also tend to this viewpoint.

Since lack of space prevents consideration of other works in this field, we will pass to a discussion of our own investigations.

During the current year we conducted a series of experiments to study the specificity of the action of various bacteriorhizal microbe complexes on the development of wheat and mustard.

Observations on plantings showed that pots receiving bacterial inoculation gave an accelerated germination of the seed. These observations were true of both wheat and mustard.

We considered it necessary to check up our observations on more extensive material and with a greater number of repetitions. For this purpose, we carried out a number of short-period experiments with various plants, namely, wheat, buckwheat, mustard, cotton, tobacco, peas.

In all cases the introduction of bacterial suspension into the sand gave a positive effect, consequently we cite only a few tables.

Table 1

Cotton sown on August 19, 1936

	Aug. 21	Aug. 22	%	Aug. 23	%
Control	1	18 ± 3.2	24.0	52 ± 6.2	69.3
Bacteriorhiza of cotton	4	60 ± 5.1	80.0	69 ± 3.8	93.3
» » wheat	3	28 ± 6.7	37.3	57 ± 6.0	76.0
» » tobacco	5	51 ± 4.5	65.3	72 ± 2.5	96.0
» » beans	1	27 ± 6.7	36.0	69 ± 3.5	93.3
» » soil mixture	2	57 ± 7.6	76.0	70 ± 4.5	93.4

Table 1 gives a picture of the sprouting of cotton when the dry seeds are sprinkled with a suspension of microbes obtained from the root systems of cotton, tobacco, wheat, beans and a soil mixture. The greatest accelerations of sprouting resulted from the bacteriorhiza of cotton, which increased the number of seedlings by 56 per cent; the bacteriorhiza of soil mixture gave an increase of 52 per cent; the bacteriorhiza of tobacco, 41 per cent; of wheat, 13 per cent; of beans, 12 per cent. This effect was nowise ironed out even in the following days, and manifested itself in a greater vigour of the seedlings.

Approximately the same picture was observed also in the sprouting of tobacco.

Table 2

Tabacco (Makhorka) sown on August 24, 1936

	Aug. 30, in %
Control	17 ± 3.0
Bacteriorhiza of tobacco	34 ± 4.4
» » wheat	46 ± 4.1
» » beans	36 ± 3.1
» » soil mixture	35 ± 3.5

While in the first case the best effects were noted from the bacteriorhiza of cotton, soil mixture and tobacco, in the second case, the bacteriorhiza of wheat gave the greatest effect.

The specificity of the action of the various bacterierhizal complexes was confirmed by other material: for example, for peas positive effects were obtained from a soil mixture, which gave en increase of sprouting 38%; the bacteriorhiza of the pea 22%; of wheat 21%; mustard. 6% while buckwheat gave negative results,—4%. Wheat showed the best reaction upon the introduction of the bacteriorhiza of buckwheat; the increase was 13 per cent; mustard also gave a positive effect.

White mustard made the best showing on the application of the bacteriorhiza of soil mixture, the increase in number of seedlings amounting to 33 per cent; the bacteriorhiza of buckwheat gave 27 per cent; beans, 24 per cent;

wheat and mustard gave 12 per cent. Such a specificity of action is in full conformity with our previous work, which showed the strict individuality of the different groups of plants with respect to biochemical processes taking place, in the rhizospheres of the root system of various plants.

These modest observations show decisively that the action of the microbe complex on plants is much deeper and more intricate than it is ordinarily considered.

While Stoklasa, Prianishnikov, Mashkovtsev and other investigators suppos that the role of microbes consists in modifying the nutritional regime of the plant, our own experiments indicate that the action of microorganisms occurs at a such earlier period, before there is any question of nutrition, that is, at the very moment of sprouting.

In order to get a better understanding of the action of microorganisms on seed, we carried out a series of experiments, at the suggestion of Academician A. A. Richter, on the following plan.

A definite quantity of seed was put into an Erlenmeyer flask and immersed in suspensions of various bacteriorhizal complexes according to the scheme of the foregoing experiments. The seeds stayed in these suspensions until they swelled, afterwards they were planted in roasted sand and sprinkled with sterilized water.

Wheat seeds swelled for six hours, cotton for twenty hours and tobacco for forty eight hours.

The wheat came up on the second day after sowing.

Table 3

Sprouting of Steeped Wheat on August 17

	Aug. 17	Aug. 18	Length of 4 day seedling
Control	28 ± 2.0	75 ± 8.2	5.8
Bacteriorhiza of wheat	46 ± 5.2	78 ± 8.2	6.9
» » buckwheat	37 ± 6.4	77 ± 2.0	6.7
» » mustard	33 ± 3.7	76 ± 2.2	5.2
» » beans	40 ± 4.0	85 ± 7.4	6.4
» » soil mixture	56 ± 4.4	83 ± 1.0	6.5

Soil mixture gave the greatest effect—an increase in number of seedlings over the control of 28 per cent; the bacteriorhiza of wheat gave 18 per cent; that of beans, 12 per cent.

A sharper effect was obtained in the case of cotton (Table 4). The sprouts came up on the second day.

The bacteriorhiza of soil mixture gave an increase in number of seedlings, in comparison with the control, of 65 per cent, the bacteriorhiza of cotton gave 60 per cent; the bacteriorhiza of beans 37 per cent, that of wheat, 21 per cent.

These data show the action taking place at a stage of development when the nutritional regime of the plant is of no importance. In the experiments under discussion, the action of microorganisms is rather of the nature of stimulation and might perhaps be related to hormonal phenomena, as would seem quite probable if our observations be compared with the phenomena

Table 4

Sprouting of Cotton Steeped in Various Bacteriorhizas

	Aug. 24	%	Aug. 25	%
Control	19 ± 7.0	25.3	68 ± 1.5	90.6
Bacteriorhiza of cotton	64 ± 1.8	85.3	72 ± 2.4	96.0
» » wheat	35 ± 4.6	46.6	67 ± 2.4	89.3
» » tobacco	60 ± 1.8	80.0	70 ± 2.4	93.4
» » beans	47 ± 2.5	62.6	65 ± 2.9	86.6
» » soil mixture	68 ± 1.8	90.6	72 ± 2.0	96.0

observed by Nemets in the root formation of *Cichorium Intybus* under the action of *B. tumefaciens*.

The action that we have revealed provides a basis for working out practical measures towards the use of bacterial fertilizers for cereals as well as other plants.

Conclusions

1. The experiments showed a specificity of the bacteriorhiza for various plants and their action on the sprouting of seed.

2. The introduction of bacteirorhizal microbe complexes into the medium stimulates the sprouting of seed and is quite specific in each individual case.

3. The bacteriorhiza of soil mixture, possessing a full complex of microbes almost always yields the greatest effect, which is due to the plant being able to select the microflora specific for it.

4. The action takes place at the very earliest stage of development—that is, at the moment the seed swells, and is not lessened in subsequent development. The seedlings from inoculated seed are larger and more vigorous.

5. These experiments show that the original action of microorganisms should be regarded as a phenomenon of the hormonal type, and not as a modification of the nutritional regime.

Institute of Plant Physiology.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow

Received
3. XI. 1936.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

ZOOLOGIE

ÜBER DEN ATMUNGSRHYTHMUS BEI DER FURCHUNG VON FLUSSPRICKENEIERN (*LAMPETRA FLUVIATILIS*)

Von T. I. PRIVOLNEV

(*Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 28. X. 1936*)

Die Frage über den Rhythmus der Oxydationsprozesse in den frühen Entwicklungsstadien der Tiere ist mehrfach von Forschern berührt worden. In der Periode, die dem Auftreten der ersten Einschnürung unmittelbar vorausgeht, steigt bei der Furchung der Seeigeleier, wie Lyon (4) festgestellt hat, die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure. Während der Ruhperiode der Kerne und in den frühen Stadien der Karyokinese nimmt die Geschwindigkeit der Kohlensäureausscheidung ab.

Vlès (5) hat auch an Seeigeleiern ein entgegengesetztes Verhalten festgestellt, und zwar eine Verminderung der Kohlensäureausscheidung in der Periode, die dem Auftreten der ersten Einschnürung vorausgeht. Die Periode der verstärkten Kohlensäureausscheidung liegt vor Beginn der Furchung.

Gray (2,3) bestimmte manometrisch den Sauerstoffverbrauch bei der Furchung der Seeigeleier und kam zu der Schlussfolgerung, dass bei der Furchung eine Rhythmik in der Atmung fehlt und der Sauerstoffverbrauch Hand in Hand mit dem Furchungsvorgang allmählich ohne merkliche Schwankungen steigt. Brochet (1) stellte fest, indem er die Atmung der sich entwickelnden Froscheier bestimmte, dass im Moment des Auftretens der ersten Einschnürung der Sauerstoffverbrauch steigt. Ausserdem macht er auf eine gewisse Zunahme der Oxydationsprozesse aufmerksam in der Periode, wo die Eier sich im Stadium der Prophase und Anaphase befinden. Aus diesen Arbeiten ist zu ersehen, dass die Frage über den Rhythmus der Oxydationsprozesse bei der Furchung von Tiereiern nicht als genügend geklärt angesehen werden kann und einer weiteren Untersuchung bedarf. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, auch den Charakter der Oxydationsprozesse bei der Furchung der Flussprickeneier (*Lampetra fluviatilis*) zu bestimmen.

Die Befruchtung der Flussprickeneier ist im Laboratorium vorgenommen worden. Nach dem Abwaschen der Spermien wurden die befruchteten Eier zwecks Bestimmung der Atmung in Respirometern untergebracht.

Die Atmung wurde nach der von Warburg ausgearbeiteten Methode bestimmt. In kleine Gasgefässe von ca 5 cm^3 Fassungsvermögen wurden Bruteier zu je 300 Stück untergebracht.

Die Bestimmung wurde zugleich in 3 Respirometern No. 2, No. 5 and No. 15 bei 17° C vorgenommen; die Marken an der Skala wurden nach je einer halben Stunde angebracht.

Von einer Furchung bis zur anderen vergehen bei der erwähnten Temperatur bis zu 3—4 Stunden.

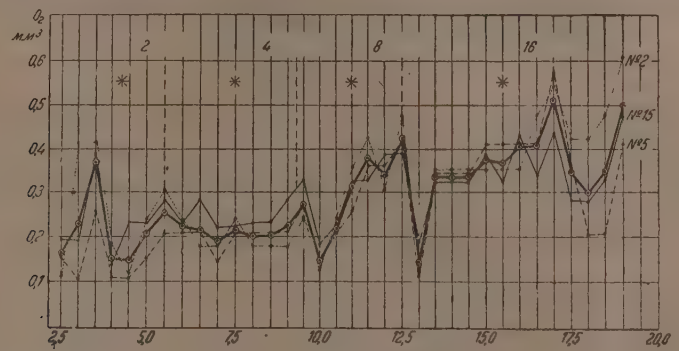
Die für die Beobachtung *in vivo* und für die Konservierung bestimmten Eier befanden sich in einem besonderen Gefäss genau bei der Versuchstemperatur (das Gefäss befand sich in einem Wasserbehälter des Warburgschen Geräts). Das Auftreten der Einschnürungen wurde bei der Durchsicht im vitalen Zustande vermerkt. Die Stadien der Mitose bestimmt man dagegen aus den Schnittserien der mikroskopischen Präparate, die aus konservierten Bruteiern angefertigt worden waren.

Der Verlauf des Oxydationsprozesses, d. h. des Sauerstoffverbrauchs durch die sich entwickelnden Eier in Intervallen von einer halben Stunde ist in der Tabelle angeführt.

In der Tabelle werden die Angaben jedes Manometers, sowie die auf Grund derselben berechneten Mittelwerte angeführt. Die graphische Darstellung hiervon ist in der Abbildung zu sehen.

N	Zeit nach der Befruchtung	Sauerstoffverbrauch durch 300 Bruteier in mm^3 pro $^1/_3$ Stunde				Stadium
		Manom. No. 2	Manom. No. 5	Manom. No. 15	Mittelwert	
1	2 St. 30 m.	0.1222	0.1563	0.1912	0.1613	
2	3 » — »	0.4277	0.1042	0.1912	0.2410	
3	3 » 30 »	0.4277	0.2605	0.3824	0.3635	Konjugation der Pronuklei
4	4 » — »	0.1833	0.1042	0.1434	0.1436	
5	4 » 30 »	0.1222	0.1042	0.1390	0.1551	Metaphase
6	5 » — »	0.2444	0.1563	0.2390	0.2132	
7	5 » 30 »	0.3055	0.2084	0.2868	0.2668	Erste Einschnürung, 2 Blastom.
8	6 » — »	0.2444	0.2084	0.2390	0.2306	
9	6 » 30 »	0.1833	0.2084	0.2868	0.2261	
10	7 » — »	0.1833	0.1563	0.2390	0.1928	
11	7 » 30 »	0.2444	0.2084	0.2390	0.2306	Metaphase
12	8 » — »	0.1833	0.2084	0.2390	0.2101	
13	8 » 30 »	0.1833	0.2084	0.2390	0.2102	
14	9 » — »	0.1833	0.2084	0.2868	0.2261	
15	9 » 30 »	0.2444	0.2605	0.3346	0.2798	Zweite Einschnürung, 4 Blastom.
16	10 » — »	0.1222	0.1563	0.1912	0.1566	
17	10 » 30 »	0.2444	0.2084	0.2390	0.2273	
18	11 » — »	0.3666	0.2605	0.3346	0.3206	Metaphase
19	11 » 30 »	0.4277	0.3647	0.3346	0.3723	
20	12 » — »	0.3055	0.3647	0.3824	0.3509	
21	12 » 30 »	0.4888	0.4168	0.3824	0.4293	Dritte Einschnürung, 9 Blastom.
22	13 » — »	0.1222	0.1042	0.1912	0.1392	
23	13 » 30 »	0.3666	0.3647	0.3346	0.3553	
24	14 » — »	0.3666	0.3647	0.3346	0.3553	
25	14 » 30 »	0.3666	0.3647	0.3346	0.3553	
26	15 » — »	0.3666	0.4168	0.3824	0.3892	Metaphase
27	15 » 30 »	0.3666	0.4168	0.3346	0.3693	
28	16 » — »	0.3666	0.4168	0.4302	0.4012	
29	16 » 30 »	0.4888	0.4168	0.3346	0.4134	
30	17 » — »	0.5499	0.5736	0.4302	0.5179	Vierte Einschnürung, 16 Blastom.
31	17 » 30 »	0.4277	0.3647	0.2868	0.3597	
32	18 » — »	0.4277	0.2084	0.2868	0.3076	
33	18 » 30 »	0.4888	0.2084	0.3346	0.3437	
34	19 » — »	0.6110	0.4168	0.4780	0.5019	

Aus der Tabelle und der Abbildung ist ersichtlich, dass die Perioden des verstärkten Sauerstoffverbrauchs mit den Perioden herabgesetzten Verbrauchs einander abwechseln. Das erste Maximum der Kurve fällt mit dem Moment der Nukleikonjugation zusammen. Nach dem Verschmelzen der Kerne folgt eine kurzdauernde Ruheperiode und dann setzt die Karyokinese ein. Angefangen vom Moment des Verschwindens der Kernmembran und der Bildung der Äquatorialplatte (in der Abbildung ist dies durch einen Stern bezeichnet) beginnen die Oxydationsprozesse merklich zuzunehmen und erreichen ihr Maximum am Ende der Karyokinese, wo es zur Verschmelzung der Karyomeren kommt. Zu dieser Zeit tritt auch die erste Einschnürung auf, und das Protoplasma beginnt sich zu teilen. In der Abbildung ist das durch 2, 4, 8, 16 Blastomeren angegeben. Nach der Rekonstruktion der Kerne folgt eine



Stunden nach der Befruchtung

Ruheperiode, während der ein Anwachsen der Tochterkerne bis zur Grösse des Mutterkerns vor sich geht und die Teilung des Zytoplasmas aufhört. Das ist die Periode des herabgesetzten Sauerstoffverbrauchs.

Somit erfolgt die Zunahme der Oxydationspozesse bei der Furchung von Flussprickeneiern während des Auseinandergehens der Chromosomen und der Rekonstruktion der Kerne, die Abnahme aber während des Ruhestadiums der Zelle, wo das Kernwachstum und die Vorbereitung zur nachfolgenden Mitose erfolgen.

Die Teilung des Zytoplasmas kann aber mit der Zunahme der Oxydationsprozesse nicht in Zusammenhang gebracht werden, da sie bei einem hohen Atmungsniveau einsetzt, während die ganze Teilungsperiode und ihr Abschluss bei einem herabgesetzten Niveau vor sich gehen.

Vergleicht man die erhaltenen Angaben über die Atmung der Flussprickeneier mit denjenigen, die über die Furchung anderer Tiere bekannt sind, so muss darauf hingewiesen werden, dass sowohl bei Frosch- (nach Brochet), wie auch bei Flussprickeneiern das Auftreten der ersten Einschnürung mit einer hohen Sauerstoffresorption zusammenfällt. Andere, von Brochet für Froscheier angeführten Atmungsmaxima sind bei der Furchung der Flussprickeneier nicht nachgewiesen worden. Diese Resultate stimmen mit den von Gray an Seeigeleiern erzielten nicht überein. Bei Seeigeleiren erfolgt nämlich die Zunahme der Atmung allmählich ohne merkliche sprungartige Veränderungen.

Die Arbeit von Gray ist äusserst sorgfältig mit Hilfe genauer manometrischer Methoden gemacht worden. Die Ursachen, welche die Unterschiede im

Atmungscharakter bei der Furchung von Frosch-und Flussprickeneiern einerseits und Seeigeleiern anderseits bedingen, sind zur Zeit unklar, und zwecks ihrer Klärung sind weitere Untersuchungen nötig.

Laboratorium für Physiologie der Fische
am Leningrader Fischereiinstitut.

Eingegangen.
d. 28. X. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Brochet, Arch. exper. Zellforsch, 15. H. 1 (1934). [2] Gray, Quart. Journ. Mic. Sc., 66, (1922). [3] Gray, Proc. Cambr. Philos. Soc. (Biol. Section), 1, (1924). [4] Lyon, Amer. Journ. Physiol., II (1904). [5] Vlès, C. R., 175 (1922).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume IV (XIII), № 9 (113)

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

ENTWICKLUNG DER ÄUSSEREN KIEMEN AUS DEM EKTODERM DER ANUREN UND DEM ENTODERM VON TRITON

Von G. A. SCHMIDT

(Vorgelegt von I. I. Schmalhausen, Mitglied der Akademie d. 21. X. 1936)

In der experimentellen Periode des Jahres 1935 gelang es mir mehrmals Chimären zu erzielen, bei denen die Kiemen auf einer Seite des Körpers aus den Komponenten verschiedener Herkunft gebildet waren. Dies war mittels Implantation eines Stückes des Ektoderms von *Anuren* in das präsumptive Kiemengebiet des Triton-Keimes gelungen.

Den ersten erfolgreichen Versuch dieser Art habe ich im Jahre 1932 während meiner Arbeit als Gast im Zoologischen Institut zu Freiburg i/Br. unternommen. In der folgenden experimentellen Periode machte das Fehlen von experimentellem Material es mir unmöglich, diese Versuche fortzusetzen. Erst im Jahre 1934, als ich feststellte, dass es in Moskau möglich ist, längere Zeit mit *Bombinator igneus* zu arbeiten, wurden die Versuche wieder aufgenommen. Und in der letzten experimentellen Periode, im Jahre 1935. hatten diese Versuche den Erfolg, dass in einigen Fällen die äusseren chimärischen Kiemen sich chimärisch entwickelten und die Entwicklung normal verlief. Bei einigen Keimen wurde auch Operculum entwickelt.

In der Literatur fehlen bisher solche Angaben. Holtfreter(1) betont in seinen xenoplastichen Arbeiten (1935), dass es bisher niemandem gelungen ist, eine Chimäre zu erzielen, bei welcher die äusseren Kiemen aus den Komponenten der Anuren und Urodelen bestünden.

Das von mir angewandte Experiment bestand in der Implantation von präsumptivem ventralem Ektoderm der Anurengastrula in die vordere seitliche Körperoberfläche des Triton-Keimes im Stadium der Rückenrinne. In diesem Stadium ist es ziemlich einfach, das Implantat so zu orientieren. dass es in das Gebiet der äusseren Kiemenanlagerung kommt. Bei den Experimenten der zweiten Serie wurde das Ektoderm der Anurengastrula in das präsumptive Kiemengebiet einer frühen Tritongastrula implantiert. Irgendwelche Unterschiede in der Entwicklung des Implantats beider Serien konnte ich nicht feststellen.

Ich führe die Protokollauszüge eines typischen Falles an.

295, *Triton taeniatus*, 1935. Operation am 4. Juli 1935, 18 Uhr. Der Wirt—Rückenrinne von *Triton taeniatus*, der Spender—frühe Gastrula von *Bombinator igneus*.

Am 8. Juli erschienen auf den Kiemenbuckeln der rechten Seite (Implantationsort) zwei Auswüchse der äusseren Kiemen. Der vordere ist etwas kleiner als der hintere. (Fig. 1, etwas späteres Stadium). Auf der Kontrollseite sind die äusseren Kiemen typisch geformt, ein kleinerer vorn und zwei grössere hinten. Am 9. Juli sind die Kiemen der Kontrollseite stark in die Länge gewachsen und zeigen Anfänge der typischen federartigen Ästelung.

Die chimärischen Kiemen sind viel kürzer. Die Ästelung erscheint bei ihnen erst später und hat fingerähnlichen Charakter.

Am 10. Juli erscheint das Operculum, und man kann den Beginn des Zurückbleibens der chimärischen Kiemen feststellen (Fig. 2). Es ist

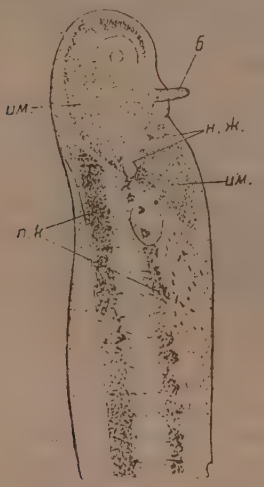


Fig. 1. Embryo 295, *Triton taeniatus*, 1935 mit zwei entwickelten xenoplastischen äusseren Kiemen. Das implantierte Stück des Ektoderms breitet sich von oben schräg nach hinten aus. Das Implantat ist am besten im hinteren Abschnitt von den Geweben des Wirts zu unterscheiden. Der hintere Kiemenauswuchs zeigt eine Gabelung. б. — Haftfaden; им. — Implantat; *п. эс.*—äussere Kiemen. *п. к.*—Streifen von Pigmentzellen.

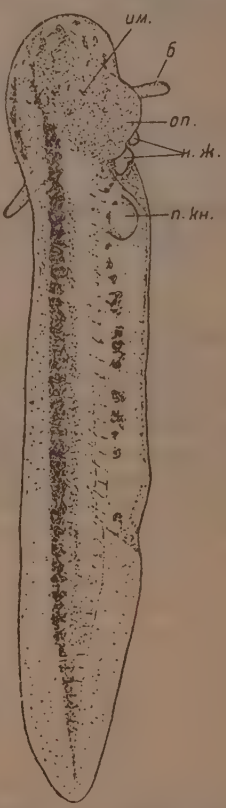


Fig. 2. Embryo 295, *Triton taeniatus* 1935 zur Zeit des Anfanges der Bildung des Operculums. Das entsprechende Gebiet des seitlichen Teiles des Kopfes zeigt eine Anschwellung. *п. кн.*—Beinknospe. *Оп.*—Operculum. Die anderen Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

interessant zu bemerken, dass im Falle 1932, wo das Operculum sich nicht entwickelte, die xenoplastischen Kiemen längere Zeit existierten, mehr intermediären Typus hatten und langsamer degenerierten. Da im Falle 295 und in einigen nahestehenden Fällen von 1935, bei gutem Zustand des Keimes und der implantierten Gewebe, bei normalem Entwicklungstempo der Kiemen der Kontrollseite, die chimärischen Kiemen sich viel schneller verkürzten, so kann man annehmen, dass die Degeneration der äusseren Kiemen mit der Entwicklung des Operculums in Zusammenhang steht.

Zur Untersuchung der Beziehungen zwischen den entodermalen und den

ektodermalen Komponenten wurden einige Keime in frühen Stadien fixiert und frontal geschnitten. Dabei wurde festgestellt, dass die Schlundtaschen in normaler Zahl und Anordnung wie für Triton existierten, dass aber die äusseren Kiemen diesen nur zum Teil entsprachen (Fig. 3). Teilweise gibt es ein Zusammenfallen der Grenzen der äusseren Kiemen mit den Schlundtaschen, teils fehlt dagegen ein solches. Der hintere Kiemen umfasst zwei Schlundtaschen. Dies lässt darauf schliessen, dass der Apparat der äusseren Kiemen als Ganzes gebildet wird und dass dadurch das Nichtzusammenfallen der Leistung des Entoderms mit der des Ektoderms verursacht wird.

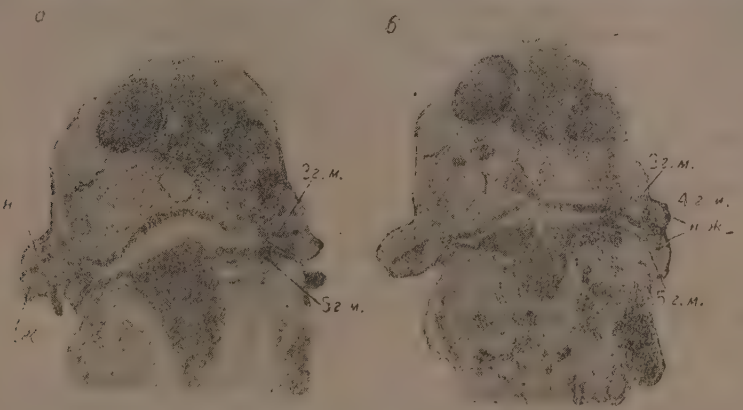


Fig. 3. Zwei Frontalschnitte des Keimes 99, 1935, welchem in die rechte Seite des Körpers ein Stück Ektoderm implantiert wurde. Es entwickelten sich auf der Implantatseite zwei Kiemen. Der vordere xenoplastische Kiemenbuckel ist kleiner und bei ihm fallen die Schlundtaschen, d. h. das Entoderm des Tritons, mit den Einkerbungen des Anurenektoderm zusammen. Beim hinteren Kiemenbuckel fällt nur die vordere vierte Schlundtasche mit der Einkerbung im Ektoderm zusammen. Die fünfte Schlundtasche fällt nicht mit der Einkerbung, sondern mit der Vorwölbung des Kiemenauswuchses zusammen. *3, 4, 5 г. м.* Schlundtaschen, *н. ж.*—äussere Kiemen.

Man kann also sagen, dass die formbildenden Tendenzen des Anurenektoderms sich als kräftiger erweisen, als die des Entoderms.

Die Ansicht Rotmanns(2), dass es eine Anlage des Kiemenapparates als Ganzes nicht gibt, ist in unserem Falle also nicht zutreffend. Vielleicht haben wir hier eine Äusserung der physiologischen Gesetzmässigkeit: «Alles oder Nichts». Bei verhältnismässig kleinen Unterschieden in der Anlage der ektodermalen und entodermalen Bildungen ist ihre gegenseitige Anpassung allerdings möglich. Dies war bei Rotmann der Fall, wo sich die äusseren Kiemen aus den Komponenten verschiedener Gruppen der Urodelen entwickelten (Triton, Axolotl). Wenn die Unterschiede sehr gross sind, wie in unserem Falle, kann das Zusammenfallen der ektodermalen Einkerbungen mit den Schlundtaschen zum Teil wegfallen.

Operculum bildet sich nur bei umfangreichem Implantat, indem sich dieses in diagonaler Richtung erweitert, wie es auch bei dem Keim 295 der Fall war. Zwischen beiden Gebilden scheinen dieselben Beziehungen zu bestehen, wie zwischen Acusticus ganglion und Hörblase oder Haftnapf und Mundbewaffnung. Diese Organe stehen ihrer Anlage nach miteinander in Zusammenhang aber sie sind einander nicht untergeordnet und entwickeln sich nicht nacheinander. Die leichtere und häufigere Entwicklung der äus-

seren Kiemen kann vielleicht durch die Primitivität dieser Gebilde im Vergleich zu dem Operculum erklärt werden.

In diesen Experimenten sieht man das stabile Beibehalten der genetischen Eigenschaften der Gewebe. Der Zeitpunkt des Erscheinens der äusseren Kiemen wird vom Wirt bestimmt, der Zeitpunkt ihrer Degeneration dagegen hängt vom Implantat ab. In unserem Falle hat von zwei Einflüssen, unter denen die Entwicklung des Organs stattfand, der Einfluss des Implantats sich als mächtiger erwiesen als der der umgebenden Teile des Wirtes.

In diesem Falle der Entwicklung des xenoplastischen Organs, das verschiedene Fähigkeiten in sich vereinigt, kann man die Bedeutung dieser Fähigkeiten für die normale Organogenese erkennen. Der entodermale Komponent wirkt auf die Entwicklung eines Organs, welches im Grunde genommen ektodermal ist, und umgekehrt spricht die Tatsache des teilweisen Zusammenfallens der ektodermalen Vertiefungen mit den Schlundtaschen von dem Einfluss des ektodermalen Komponenten auf die Entwicklung des entodermalen.

Institut für experimentelle
Biologie. Moskau.

Eingegangen
d. 21. X. 1936

ZITIERTE LITERATUR

[1] J. Holtfreter, Roux' Archiv, **133**, 4, S. 427—494 (1935). [2] Rotmann Roux' Archiv, **133**, 1 u. 2, S. 225—244 (1935).

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

ÜBER DIE UNTERSCHIEDE IN DEN INDUKTIONSFÄHIGKEITEN DES ORGANISATIONSZENTRUMS DER URODELEN UND ANUREN

Von G. A. SCHMIDT

(Vorgelegt von I. I. Schmalhausen, Mitglied der Akademie, d. 21. X. 1936)

Das Vorhandensein des Organisationszentrums im Anurenkeim wurde zum ersten Male von B. Geinitz (1) mittels Implantation von Stücken der oberen Urmundlippe verschiedener Anuren ins Blastocoel der Triton-Gastrula festgestellt. Schotte, G. A. Schmidt und E. Brunns zeigten später (2) mittels verschiedener Methoden, dass der Anurenkeim in den Stadien der Gastrulation dasselbe morphogenetische System der labil determinierten Anlagen darstellt, wie der Tritonkeim.

Es erschien mir zweckmässig und interessant, nicht nur die Momente der Ähnlichkeit zu untersuchen, sondern auch die Momente der Unterschiede zu prüfen. Zahlreiche Tatsachen der vergleichenden Morphologie, Physiologie, Embryologie und Phylogenie der beiden Gruppen, deren Merkmale zum Teil voneinander sehr verschieden sind, veranlassten mich zu dieser Arbeit, deren Hauptzweck die Untersuchung des Umfanges des Organisationszentrums der Anuren, sowie der Frage der Veränderung der Induktionsfähigkeiten im Bereich des Organisationszentrums ist. Ferner wollte ich meine Resultate mit den schon vorhandenen Angaben über Triton vergleichen.

Zur Untersuchung des Organisationszentrums der Anuren erwies sich die Methode der heteroplastischen Transplantationen, welche bei Anurenkeimen zuerst von mir angewandt wurde, als zweckmässig. Durch diese Methode ist es möglich, eine scharfe Grenze zwischen den Geweben des Wirtes und

denen des Spenders zu ziehen, und dadurch die Untersuchung exakter durchzuführen.

Einige Worte über die Technik der Untersuchung. Die Transplantationstechnik in den Gastrulationsstadien ist bei Anuren unvergleichlich schwieriger, als bei Triton. Dies erklärt sich aus den Eigenschaften des Materials, in erster Linie aus der Beschaffenheit der Eihüllen. Bei Triton wird die Befreiung von den tertiären Eihüllen mittels eines schrägen Schnittes durch die Eikapsel erzielt. Bei Anuren sind hierzu sehr sorgfältige und zeitraubende Manipulationen notwendig. Als erstes soll die Oberfläche des Chorions von der Gallerthülle befreit werden. Die Anuren sind in dieser Hinsicht sehr verschieden. Leicht gelingt die Reinigung von der Gallerthülle bei Bufo-Arten und *Pelobates*, schwieriger bei *Rana esculenta* und *Bombinator igneus*, sehr schwer bei *Rana arvalis* und *Rana temporaria*.

Bei Triton wird das Ei bei der Entkapselung gleichzeitig vom Chorion befreit. Bei Anuren dagegen kann das Chorion erst gleichzeitig mit der Dottermembran entfernt werden. Die Entfernung der Dottermembran macht bei Triton keine grossen Schwierigkeiten und kann mit einer einfachen Präpariernadel ausgeführt werden. Bei Anuren ist dies, selbst mit den feinsten Pinzetten, nicht möglich. Das Chorion ist sehr grob und elastisch und liegt der Oberfläche des Keimes mittels der Dottermembran dicht an. Es soll aber ohne Schädigung der Gastrulagewebe abgenommen werden. Zu diesem Zweck wird das Chorion zusammen mit der Dottermembran im Bereiche des Blastocoels durchstochen, da sonst das Embryo, selbst bei unberührtem Blastocoel, durch den starken Druck der Blastocoelflüssigkeit, aus der Öffnung herausgeworfen und deformiert werden kann. Nachdem die Spitze der Pinzette ins Blastocoel eingedrungen ist, zieht man sie zurück und führt sie zwischen Ektoderm und Dottermembran durch, um dann mittels einer Reihe allmählicher Einrisse die Öffnung so zu verbreitern, dass die Gastrula aus den Eihüllen herausfallen kann.

Die Operationen wurden auf Seide, welche auf einen Glasring gespannt worden war, ausgeführt.

Eine weitere Schwierigkeit der Operationstechnik bei Anuren hängt damit zusammen, dass die embryonalen Gewebe sehr wenig elastisch sind, was wahrscheinlich auf die Überfüllung mit Dotterkörnern zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu ist die Gastrula von Triton sehr elastisch; man kann, nach einem Ausspruch von H. Spemann, ihre Gewebe kneten. Bei der dotterreichen Gastrula der Anuren ist dies nicht möglich und deshalb sollten diese, sobald sie von den Eihüllen befreit sind, in die Lage gebracht werden, in welcher sich das Implantat am bequemsten übertragen lässt. Die Operationen wurden mit den Spemannschen Glasnadeln und Haarschlingen unter Verwendung von Glasbrücken ausgeführt.

Die hier beschriebenen Experimente sind der Untersuchung der Induktionsfähigkeiten der verschiedenen Bereiche des Organisationszentrums gewidmet. Um diese Untersuchung exakter durchführen zu können, wurden nur nebeneinander liegende Stücke des Organisationszentrums transplantiert.

Ein ähnlicher Versuch mit Triton, allerdings mit anderer Technik und anderer Fragestellung, wurde 1926 von Bautzmann (4) gemacht. Die mich hauptsächlich interessierende Frage der Veränderung der Induktionsfähigkeiten im Bereich der ganzen Zone des Organisationszentrums hat Bautzmann bei seinem Experiment nicht in Betracht gezogen.

Meine Untersuchung sollte gleichzeitig die Frage des Umfanges des Organisationszentrums bei Anuren prüfen, zu welcher wir für Triton Angaben bei Bautzmann finden.

Bei Triton nimmt das Organisationszentrum das Gebiet zwei Quadranten ein, das heisst, es liegt beiderseitig der Symmetrieebene und nimmt einen Raum von 90° ein. Da das Organisationszentrum der Anuren im allgemeinen dieselbe Lage seitlich der Symmetrieebene einnimmt, so müsste man, um seinen Umfang festzustellen, die Stücke entsprechend ausschneiden und im Bauchgebiet des Spenders implantieren.

Da mich auch die Frage der Veränderung der Induktionseigenschaften in den einzelnen Bezirken des Organisationszentrums interessierte, so wurden diese Stücke in einem bestimmten Winkel zur Symmetrieebene ausgeschnitten.

Folgende Serien von Experimenten wurden durchgeführt: Das Gebiet eines Quadranten, d. h. eines Stückes von 90° wurde seitlich der Symmetrieebene halbiert und zwei verschiedenen Keimen implantiert, so dass jeder ein

Abb. 1. Schema, das die Unterschiede in der Grösse des Gebietes der neuralen Induktionen des Organisationszentrums bei Anura (b) und bei Urodela (a) zeigt. Das Gebiet der neuralen Induktionen bei Anura ist viel kleiner und die Induktionseigenschaften verändern sich stark seitlich von der Symmetrieebene; was durch die dichtere Punktierung angedeutet ist. *o.h.u.* = Die laterale Grenze des Gebietes der neuralen Induktionen.

Stück bekam, das 45° ausmachte. Es wurden solche Operationen, teils homoplastisch, teils heteroplastisch, gemacht. Zu den homoplastischen Operationen wurden *Rana esculenta* und *Pelobates fuscus* genommen, zu den heteroplastischen als Wirt immer *Rana esculenta*, als Spender *Rana arvalis* oder *Rana temporaria*.

In einer zweiten Serie wurde das Gebiet des Organisationszentrums in kleinere Teile geteilt, von je 30°. Dabei zum Teil auch so, dass das zentrale Teil von 30° ausgeschnitten und implantiert wurde, und die lateralen nochmals halbiert, um die Induktionsfähigkeiten der lateralen Bezirke des Gebietes besser prüfen zu können.

Zur allgemeinen Orientierung wurde noch eine Serie gemacht, in der der ganze dorsale Kugelviertel der Gastrula in drei Teile geteilt wurde, von welchen jeder 60° entsprach. Diese Serie wurde auf *Bombinator pachypus* gemacht.

In der ersten Serie ergaben alle Fälle, in denen das Implantat gut gastrulierte, gute Induktionen der Achsenorgane, manchmal ganze Köpfe mit allen Organen: Gehirn, Saugnapf, Augen, Gehörblasen, Nasengruben u. s. w. Die mesodermalen Induktionen waren ebenfalls gut ausgeprägt.

Bei den heteroplastischen Operationen dieser Serie konnte man genau die Zellenelemente des Spenders und des Wirtes voneinander unterscheiden. Oft waren die Organe chimärisch aufgebaut, besonders die Somiten, oft war aber auch das Medullarrohr aus beiderlei Elementen geformt

In den Fällen dieser ersten Serie, wo laterale Stücke implantiert w urden waren die induzierten Anlagen ganz ohne Neuralrohr. Diese induzierten Gebilde hatten das Aussehen eines Schwanzes, mit Muskulatur und Bindegewebe, aber ohne Neuralinduktionen. Ebensolche Ergebnisse zeitigte die Serie von *Pelobates fuscus*. In allen Fällen in denen die lateralen Stüske sehr gut invaginiert wurden, ergaben diese keine neuralen Induktionen.

In der zweiten Serie wurden drei Arten von Implantationen gemacht, die ich als zentrale Zwischenserie und laterale bezeichne. Die zentralen Implantationen gaben gute Induktionen mit ungefähr demselben Resultat, wie die zentralen Implantationen der ersten Serie, d. h. alle Kopf- und Rumpforgane waren induziert. Die Zwischenserie ergab auch neurale Induktionen, die aber viel schwächer waren als die zentralen Induktionen; es wurden in keinem Falle Augen induziert, sondern höchstens Hörblasen. Die mesodermalen Induktionen waren ebenso gut.

Die lateralen Induktionen dieser Serie gaben etwa dasselbe Resultat wie die lateralen Induktionen der ersten Serie, bei denen keine Neuralbildungen, sondern nur Mesodermalorgane induziert wurden.

Die dritte Serie ergab schöne Induktionen von dem zentralen sechsiggradigen Sektor, sowohl neurale wie mesodermale und von den lateralen ganz schwache neurale Induktionen und starke mesodermale.

Das Hauptergebnis dieser Untersuchungen besteht in der Trennung zwischen neuralen und mesodermalen Induktionen. Die neuralen Induktionen sind einem Gebiete eigen, das sich beiderseitig der Symmetrieebene auf ca. 45° ausbreitet. Da nach Angaben von Bautzmann die neuralen Induktionen bei Triton ein Gebiet von 90° beiderseitig der Symmetrieebene einnehmen, so besteht ein wesentlicher Unterschied in den Eigenschaften des Organisationszentrums in beiden Gruppen (Abb. a—b). Das Gebiet der neuralen und der mesodermalen Induktoren fällt bei Anuren nur zum Teil zusammen. Auf einem grossen Raum des Organisationszentrums induzieren seine Stücke nur mesodermale Bildungen.

Ein zweiter Unterschied besteht darin, dass bei Anuren nur eine zentrale enge Zone des Organisationszentrums die Kopfbildungen induziert, dagegen ist bei Triton diese Zone mindestens doppelt so breit.

Diese Angaben werden durch Experimente, die ihrer Methodik nach als Kontrollversuche betrachtet werden können, bestätigt. Es sind dies die Versuche mit der Zerschneidung der Gastrula in verschiedenen Winkeln zur Symmetrieebene des Keimes. Hier sind wieder grosse Unterschiede zwischen Anuren und Urodelen zu vermerken. Indem bei Triton sogar eine scharfe Abweichung der Schnürungs- oder Zerschneidungsebene [Versuche von R. E. Kogan(6)] von der Symmetrieebene zu keinen grossen Unterschieden im Bau des Zwillings aus der benachteiligten Hälfte des Eies führt, ergibt bei Anuren schon eine leichte Abweichung die defekte Entwicklung. Wenn bei Anuren die Schnittebene zur Symmetrieebene einen Winkel von 15° bildet, so entwickelt sich aus der benachteiligten Hälfte ein Zwilling mit verkleinertem Kopf, mit reduzierter Mundebucht und Saugnapf, wobei letzterer halb ist. Wenn die Zerschneidungsebene zur Symmetrieebene einen Winkel von 25° bildet, so entwickelt sich aus der benachteiligten Hälfte ein Zwilling, der ein Zentralnervensystem hat, das im Ganzen defekt und vermindert ist. Von den Kopfsinnesorganen hat ein solcher Zwilling nur Hörblasen—keine Augen und keine Nasenorgane. Bei einem Winkel von 35° entwickelt sich aus dem benachteiligten Teile ein Zwilling, mit gut entwickeltem Schwanze. Nur eine leichte Erweiterung des Vorderendes des Körpers zeigt Spuren der Kopfbildung. Auf den Schnitten kann festgestellt werden, dass die neuralen Organe sehr

schwach entwickelt sind, das Medullarrohr ist winzig und atypisch gebaut. Bei einem Winkel von 45° entwickeln sich die neuralen Organe gar nicht.

Um den Unterschied gegen Triton anschaulich zu machen, genügt es darauf hinzuweisen, dass bei Triton sogar bei einem Winkel von 45° zwischen der Symmetrieebene und der Schnittebene sich aus der benachteiligten Eihälfte ein Zwilling entwickelt, welcher einen vollständigen Bau mit ganzem Gehirn, mit Augen und anderen Sinnesorganen hat.

Es ist interessant, dass bei hohen Reduktionsstufen des Nervensystems atypische Wucherungen der mesodermalen Organe zu vermerken sind, welche grosse Massen von Zellenkomplexen besitzen.

Diese Angaben über die Kontrollserien bestätigen die Ergebnisse der Transplantationsversuche und zeigen, dass das Organisationszentrum der Anuren eine Reihe von Unterschieden im Vergleich zu den Urodelen aufweist. Wir können diese Unterschiede folgendermassen zusammenfassen:

1. Die Zone der neuralen Induktionen ist bei Anuren viel enger als bei Urodelen und zwar nur etwa halb so gross. Sie nimmt beiderseitig der Symmetrieebene ein Gebiet von 45°.

2. Die Zonen der neuralen und mesodermalen Induktionen fallen bei Anuren nur zum Teil zusammen.

3. Die Veränderung der Induktionsfähigkeiten seitlich von der Symmetrieebene geht viel schroffer vor sich als bei Anuren. Stücke des Organisationszentrums, die weiter seitlich der Symmetrieebene entnommen sind, ergeben selbst bei vollkommener Invagination des Mesoderms nur stark defekte sekundäre Anlagen der Achsenorgane.

Institut für Experimentelle
Biologie. Moskau.

Eingegangen
d. 21. X. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] E. Geinitz, Roux' Archiv, **103**, 357—408 (1925). [2] O. Schotte; G. A. Schmidt; W. Vogt; E.—Brunns, Roux' Archiv, **122**, 66—664, 665—666, 667—669 (1930). [3] H. Spemann u. H. Mangold, Roux' Archiv, **100**, 3—4 (1924). [4] H. Bautzmann, Roux' Archiv, **108**, 2, 283—321 (1926). [5] H. Spemann, Zool. Jahrb., supp. 7, 429—470 (1904). [6] Р. Е. Коган, Бюл. экспер. биол. и медиц. (1936).

PRIX D'ABONNEMENT

Un an — 36 livraisons . . . . . $ 15
Six mois — 18 livraisons . . . $ 7.50
(Séparément $ 0.50 le numéro)
«Nouvelle Série» pour 1933 — 6 livraisons . . . $ 2
«Nouvelle Série» pour 1934 — l'année complète épuisée; volume III (9 livraisons) et volume IV (9 livraisons) en vente à $ 3 le volume.

URSS — Meždunarodnaja Kniga, 18, Kuznetskij Most, Moscou (Compte courant n° 263 Banque d'Etat de l'URSS, 12, Neglinnaja, Moscou).
NORTH and SOUTH AMERICA — BOOKNIGA CORPORATION. 255 Fifth Avenue. New York, N. Y.
GREAT BRITAIN — W. H. SMITH & son, Ltd. Strand House, Portugal °t London, W. C. 2.
FRANCE — MESSAGERIES HACHETTE. Service Abonnements. 111, Rue Réaumur. Paris, 2e.
SUISSE — Administration du Journal „LE TRAVAIL". 39, Rue de Lausanne. Genève.
ROUMANIE — Ig. HERTZ. Calea Victoria 5. Bucarest.
E. S. R. — MELANTRICH, Akc. Spol. Knihkupectvi — odd. slovanskych knih. Vaclavské nam 42. Praha II. (Ucet post. spor. 20. 208).
BELGIQUE — LIBRAIRIE P. DRIESSEN 38. Vieille Halle-aux-Blés. Bruxelles (C. C. P. 1861. 15).
CHINA — AMERICAN BOOK & SUPPLY Co 841 Bubbling Well Road. P. O. Box 1798. Shanghai.
HOLLAND — J. GINSBERG. University Bookseller. Kort Rapenburg, 17. Leiden
LIETUVA — „MOKSLO". Knygynas. Laisves Aleja, 46. Kaunas.
TURQUIE — LIBRAIRIE HACHETTE. Succursale de Turquie. 469, Avenue de l'Indépendance. Boite Postale Pera 2219. Istanbul.
POLSKA — GEBETHNER & WOLFF. Filja I. Krakowskie Przedm. 15. Warszawa.
ROSSICA. Chmielna 5. Warszawa.
KSIEGARNIA GIRSZOWSKIEGO. Zamkowa 13. Wilno.
JAPAN — NAUKA Booksellers No. 13. 2-Chome Jimbocho. Kanda Tokyo.
PALESTINE — SAFRAN Co Jaffa Rd. 36. P. O. B. 223. Haifa.
BULGARIA — T. F. TSCHIPEFF. Buchhandlung Boulevard Dondoukoff 20/22 Sofia. (Postscheckkonto-Sofia 540).
SVERIGE — C. E. FRITZE'S Kgl, Hofbuchhandlung. Fredsgatan, 2 Stockholm.
EESTI — Eesti Telegraafi Agentur A/S. Vana Posti 1. Tallinn.

Les «Comptes Rendus», largement expédiés à l'étranger dans les centres scientifiques les plus importants et dans les bureaux de nombreuses revues, sont le seul organe scientifique en URSS, donnant tous les dix jours un compte rendu des plus récentes acquisitions de la science soviétique.

Prix — $ 0.50